

Energisparepotensiale ved armaturutskiftning i eldre veilysanlegg

Svein Sandhaug

Master i energi og miljø
Oppgaven levert: Juni 2007
Hovedveileder: Eilif Hugo Hansen, ELKRAFT

Oppgavetekst

Drift og vedlikehold av veilys utgjør en stor kostnad for norske kommuner og andre veilysholdere. Med ny styrings-teknologi kan en i større grad regulere lysnivået etter behov, og således gi reduserte energikostnader. Systemene kan også benyttes for å redusere effekttopper, forenkle vedlikehold, samt å gi mulighet for avregning av anleggene.

Systemer basert på LonWorks på powerline (PLT22-transceiver) er installert som testanlegg både på Gløshaugen i Trondheim og ulike steder i Oslo-området.

Kandidaten skal

- Ferdigstille det nye styreprogrammet basert på den nye veinormalen og Multiluxarmaturer, og teste dette i lab og testanlegg
- undersøke effektforbruk og spenningsforhold på utvalgte anlegg i Trondheim
- kalkulere og sammenlikne energibruk for ulike styrestrategier for noen av de målte veilysanleggene

Oppgaven gitt: 15. januar 2007

Hovedveileder: Eilif Hugo Hansen, ELKRAFT

FORORD

Denne masteroppgaven er en videreføring av prosjekt- og diplomoppgaver innen intelligent veibelysning, som har gått ved NTNU, Elkraftteknikk i flere år. Oppgaven er ment som en videreføring av fjorårets masteroppgave av Geir Morten Skjelsvold og min prosjektoppgave høsten 2006. Det har i denne oppgaven blant annet blitt innført nytt styreprogram i et av testanleggene i Oslo. Ytre omstendigheter har dessverre ført til at uttestingen av dette ble forsinket, og en uttesting med energivurdering har derfor måttet utsettes.

Oppgaven har dreid seg mot målinger av spennings og effektforhold i utvalgte anlegg i Trondheim. Ved å gjøre dette har det blitt vist hvordan disse forholdene endrer potensialet for energibesparelse. Det har vist seg å være store variasjoner på forholdene fra anlegg til anlegg. En vurdering bør dermed være spesifikk for et anlegg for å avgjøre energisparepotensialet. En viss sammenheng er vist mellom minimal spenning og trekt effekt. Dette gjelder for kurser med armaturer med konvensjonelt forkoblingsutstyr. Det har vist seg at det bør være andre incitamentet til grunn en kun energibesparelser for utskiftinger av veilysanlegg.

Det er flere som har vært behjelpelige i forbindelse med denne oppgaven.

Vil spesielt rette en takk til:

Veileder, Eilif Hugo Hansen

Installatør i Trondheim Energi, Runar Jacobsson

Masterstudent, Anders Roberg

Trondheim den 12.06.2007

Svein B. Sandhaug

SAMMENDRAG

Det er i dag store forskjeller på både alder og tilstand på veilysanleggene i Norge. Eldre anlegg består av armaturer med konvensjonelle forkoblingssystem, mens nye anlegg er sterkt anbefalt av veinormalen å skulle installeres med armaturer med elektronisk forkoblingsutstyr. Nytt utstyr kan også gi muligheter for dimming. Det er i denne rapporten sett på de elektriske forholdene i utvalgte veilysanlegg. Det er kartlagt spenningsforhold og effektforhold for 11 anlegg og 120 armaturer inkludert testanlegget ved NTNU. To av disse anleggene er videre benyttet til å se på muligheten for energibesparelse ved utskifting av armaturene og innføring av en dimmestrategi basert på astronomisk ur.

For å kunne vurdere sparepotensialet har det blitt undersøkt effektbehovet for armaturer med både konvensjonelt og elektronisk forkoblingsutstyr. Resultatene fra disse viser at mens armaturene trekker bortimot det samme ved merkespenning, 230 Volt. Konvensjonelle armaturer trekker derimot lavere effekter desto lavere påtrykt spenning blir. Det er fortatt målinger ned til og med 170 Volt. Elektroniske armaturer holder effekten konstant uavhengig av spenningen. Det vil si at ved spenninger under 230 Volt trekker disse armaturene mer enn de konvensjonelle. De elektroniske armaturene som det er målt på har derimot vist seg å ikke i alle tilfeller tåle lave spenninger, under 200 Volt. Den elektroniske Philipsarmaturen (150 W) viste et den klarte ikke å holde fast effekt lenger ned enn til 200 Volt. Dette bedret seg derimot når lampen var dimmet. Multiluxarmaturene av forskjellig merkeeffekt klarte alle å opprettholde effekten ved lavere spenninger, men en av armaturene slukket ved 172 Volt. Dette er av relevans ettersom det er målt spenninger under 170 Volt i reelle veilysanlegg.

Målingene i veilysanleggene viser at det er store forskjeller fra anlegg til anlegg. Selv om ikke anleggene ble valgt ut etter størrelse, og dermed ikke etter muligheten for stort spenningsfall med ett unntak, ble det funnet to kurser med spenninger under 230 Volt. Den ene av disse har mastspenninger under 170 Volt. Dette medfører når kursene består av konvensjonelle armaturer, lave armatureffekter og visuelt markant merkbart lavere lysfluks fra armaturene. Resultatene fra målingene viser også en sammenheng mellom spenningsfallet og trekt effekt for kursene med konvensjonelle armaturer. I kursene med målt minimal spenning over 4 % lavere enn merkespenningen, trekker ingen av kursene over 10 % over installert effekt, og det er inkludert tapene for kursene. Alle kursene med høyere minimal spenning trekker over 10 % over installert effekt. For kurser med elektroniske armaturer blir virkningen motsatt. Tapene kommer i tillegg til en fast armatureffekt, og økt spenningsfall tilsier høyere tap. Mastmålingene i anleggene viser at de konvensjonelle armaturer i anleggene trekker en lavere effekter enn det labmålingene har indikert i denne rapporten og i tidligere. Dette kommer muligens av brenntiden på lyskildene.

Energiberegninger er utført for to kurser på 650 meter, med en PFSP 3*10mm kobberkabel. Kursene har henholdsvis 3300 og 1700 Watt installert effekt. Energiberegningene viser at det er den reelle effekten de konvensjonelle armaturene trekker som er avgjørende for sparepotensialet. Den største kursen har i snitt en armatureffekt på 137 Watt pluss tap. Når tilsvarende elektroniske armaturer uavhengig av spenningen trekker i størrelsesordenen 170 Watt, så det klart at dimmingen har en del å "ta igjen" før det oppnås energibesparelse. Ved overgang fra fotocelledrift til elektroniske armaturer med 15 minutter forskjøvet astronomisk ur og dimming til 50 % pådrag mellom 23:30 og 04:45, gir det 0 % og 10 % energibesparelse for de to kursene. Det er derfor en utskifting av armaturene i hvert fall i kurser med stort spenningsfall må ha andre incitamenten enn kun energibesparelse.

ABSTRACT

In Norway there are great differences in the conditions and ages of the road lighting systems. Older systems contain luminaries with conventional ballast, while new systems are strongly recommended to install luminaries with electronic ballast. Some new electronic equipment also has the possibility to dim the luminaries. In this report the electro technical conditions in chosen road lighting systems are looked at. Voltage and power conditions are determined in 11 systems including the test installation here at NTNU. Two of these measurements are used in further calculations to determine the energy saving potential of replacement of the luminaries and dimming the new luminaries based on an astronomical clock.

To better evaluate the energy saving potential, measurements of luminaries with both conventional and electrical ballasts have been examined. Results from these measurements show that at 230 V the two types of luminaries use about the same amount of power. The differences are though revealed when other voltages are applied. The luminaries with conventional ballast change the power usage depending on the voltage input, while the luminaries with electronic ballast use the same amount of power when the voltage is in the region of 200 to 250 V. When the voltage drops below this point the measurements shows that the electronic Philips luminary that was tested couldn't keep the power usage stabile. The drop in power usage was not as severe when the luminary was dimmed. The electronic luminaries from Multilux did not show the same power decreasing effect. However one of the luminaries extinguished when the voltage applied dropped to 172 V. These measurements have relevance since voltages below 170 V were measured in real road lighting systems.

The measurements of real road lighting systems in Trondheim shows great differences in the voltage drops and therefore also power usage between each system. The chosen systems were but one picked for other reasons than the possibility of a large voltage drop. Still the measurements show voltages below 200 V in two systems. With the conventional luminary types the effect of these large voltage drops are visible reduced luminous flux from the luminaries. The measurements show a connection between the minimal voltage in each installation and the total power usage of the same installation. All of the installations with a minimal voltage more than 4 % under 230 V, have a power usage of at no more than 10 % above the total installed nominal power. All of the installations with a higher minimal voltage have a total power usage of more than 10 % above the total installed nominal power. For installations with luminaries with electronic ballast the connection will be the other way around since the power loss comes as an addition to the constant power usage. The total measurements combined indicate a lower power usage than the indoor controlled measurements. This may be because of more lighting hours.

Energy measurements have been carried out for two installations. Both are 650 m, and are supplied by a PFSP 3*10mm² cable. The differences are the installed power of respectably 1700 W and 3300 W. The energy measurements show that the power consumption of the conventional luminaries. In the installation with 3300 W nominal power the 150 W conventional luminaries have an averages power usage of 137 W plus a 10 W power loss. Similar electronic luminaries have a power consumption of about 170 W. This "extra" power usage reduces the energy saving potential. With an introduction of astronomical clock with a 15 minutes delay, and dimmed luminaries to 50 % between 23:30 and 04:45 gives a possible energy saving potential of 0 % and 10 % for the two installations. The need of other motives for a replacement of old luminaries is therefore a necessity.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	1
2	LYSTEKNISKE OG ELEKTROTEKNISKE BEGREPER	3
3	LOVGRUNNLAG	7
3.1	Dagens veinormal	7
3.2	Ny veinormal	9
4	MODIFISERING OG UTTESTING AV STYREPROGRAM	13
4.1	LonWorks	13
4.1.1	Neuronbrikken	13
4.1.2	LonTalk	14
4.1.3	Nettverksvariable	14
4.1.4	Bussen	14
4.1.5	Utvikling av noder	14
4.2	Styringsparametere	15
4.2.1	Trafikktetthet og trafikkhastighet	15
4.2.2	Sikt	15
4.2.3	Veibanens luminans	16
4.3	Testanleggene	17
4.3.1	Philipsanlegg	17
4.3.2	Multiluxanlegg	19
4.3.3	Luminansmetret	21
4.3.4	Kontrolleren	22
4.4	Styreprogrammet	23
4.4.1	Historikk	23
4.4.2	Endringer av styreprogrammet høsten 2006	25
4.5	Implementering og uttesting av nytt styreprogram	26
4.5.1	Nytt grunnlag for styringsprogrammet	27
4.5.2	Uttesting av styreprogrammet på lab	27
4.6	Uttesting av styreprogrammet i testanlegg	30
4.7	Problem funnet i uttestingen	32
5	MÅLING AV ELEKTRISKE FORHOLD VED VEILYSARMATURER... 33	
5.1	Armaturmålinger på lab	33
5.1.1	Labororiemålinger på armaturer med konvensjonelt forkoblingsutstyr	33
5.1.2	Elektronisk forkoblingsutstyr	38
5.1.3	Sammenligning av spenningsavhengighet	42
5.1.4	Sammenligning av overharmoniske forstyrrelser	43
5.2	Målinger på veilysanlegg i Trondheim	45
5.2.1	Testanlegget i Høgskoleringen	46
5.2.2	Bromstadveien og Tungasletta	51
5.2.3	Brundalen	53
5.2.4	Brøsetveien	55
5.2.5	Fiolsvingen	57
5.2.6	Henrik Ourens vei	59
5.2.7	Høgskoleringen	60
5.2.8	Jonsvannsveien	62
5.2.9	St. Olav og Stokkanhaugen	64
5.2.10	Okstad Park Syd	66
5.3	Spenningsfall i veilysanlegg	68

6	BEREGNINGER AV ENERGIBRUK.....	71
6.1	Grunnlag for vurdering av konvensjonelle armaturer.....	71
6.2	Grunnlag for vurdering av elektroniske og intelligente armaturer	73
6.3	Grunnlag og metode.....	73
6.4	Energiberegninger i Høgskoleringen	74
6.4.1	<i>Fotocelledrift</i>	75
6.4.2	<i>Astronomisk ur</i>	76
6.5	Energiberegninger Brundalen	77
6.5.1	<i>Fotocelledrift</i>	78
6.5.2	<i>Astronomisk ur</i>	79
6.6	Energisparepotensialet	80
7	DISKUSJON	83
8	KONKLUSJON	87
	REFERANSELISTE	89

1 INNLEDNING

Energibruken i Norge, og for så vidt også resten av verden er økende. Samtidig ses en voldsom økning i fokus på miljøspørsmål, og da spesielt problemet knyttet til global oppvarming. Siden produksjonen av energi ofte har tilknyttet utslipp av CO₂ er tiltak for energisparing viktig, og vil trolig få enda større oppmerksomhet i kommende år. I Norge står veilyst for en betydelig energibruk. Mulighetene for besparelser er også ansett som vesentlige [1]. Kartleggingen av energibruken i veilysanlegg er i dag dårlig, og derfor er denne angivelige energibesparelsen lite synlig.

Tradisjonelt er det en fotocelle eller eventuelt en klokkefunksjon som styrer driften av veilysanlegg. Den teknologiske utviklingen som har skjedd i løpet av de siste tiårene medfører derimot helt nye muligheter for styring og drift. Ved å benytte intelligent utstyr oppnås mulighet for å dimme veilyset på tider når behovet for belysning er lavere enn det anlegget kan levere. Denne muligheten skal også vurderes ved bygging av et veilysanlegg ifølge den nye veinormalen [2].

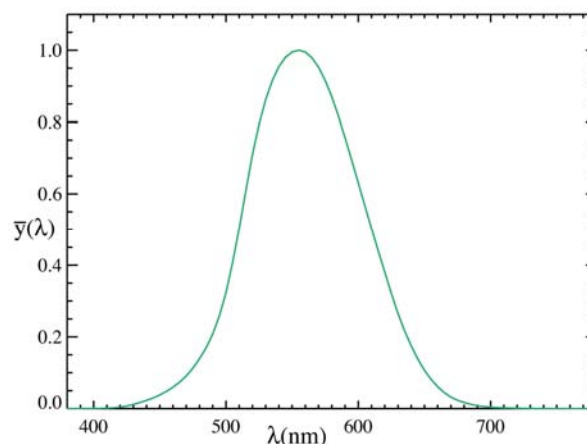
I løpet av høsten 2006 ble et styringsprogram som styrer veilyset mot en luminansmåler for å hele tiden opprettholde kravene oppgradert for kravene i den nye veinormalen, og i tillegg for å være bedre egnet for armaturtypen i testanleggene i Oslo. I dette prosjektet skal det nye programmet ferdigstilles, uttestes og installeres i testanlegget i Oslo. Der skal det testes i stor skala.

Det er i tidligere oppgaver innen intelligent veibelysning her ved NTNU funnet store energibesparelsemuligheter ved utskifting av konvensjonelle armaturer og innføring av en ny styringsstrategi. Dette prosjektet er en videreføring av disse. I tidligere prosjekter er det benyttet betraktninger fra effektmålinger av armaturer og erfaringer fra testanleggene til å beregne energibruken. I dette prosjektet skal det utføres målinger av elektriske forhold på armaturer både i laboratoriesammenheng, og ute i reelle utvalgte veilysanlegg i Trondheim. Disse målingene skal dokumentere effektforbruk ved naturlige forhold i anleggene så vel som vel som under kontrollerte varierende forhold i laboratoriet. Målingene fra utvalgte anlegg vil videre danne grunnlag for beregninger av energisparepotensialet ved utskiftninger av armaturer og innføring av en dimmestrategi.

Først i rapporten vil det bli gitt en gjennomgang av enkelte definisjoner og uttrykk. Deretter vil det komme en innføring av lovgrunnlaget for veibelysning. Videre vil det bli gitt en innføring i styringsprogrammet for avansert veilysstyring som har blitt utviklet her ved NTNU. Teknologi, utstyr, testanlegg og mulige styringsparametere vil her bli omtalt. Resultater av uttesting av styreprogram, armaturmålinger og energiberegninger vil til sist bli dokumentert og omtalt.

2 LYTEKNISKE OG ELEKTROTEKNISKE BEGREPER

Lys er elektromagnetisk stråling som øyet til mennesket klarer å omdanne til elektriske signaler, og som tolkes og lages til et bilde i hjernen. Dette karakteriseres som elektromagnetisk stråling innenfor område med bølgelengde (λ) fra 380 til 760 nm [3]. Det er i tillegg sånn at øyet har forskjellig følsomhet for lys av forskjellig bølgelengde. Det vil si at det trengs mer stråling med en gitt bølgelengde for at øyet skal registrere det enn av stråling med en annen bølgelengde. Lys er derfor elektromagnetisk stråling som er veid mot denne følsomhetskurven. Følsomhetskurven blir gjerne referert til som øyets spektrale følsomhet. Figur 2.1 viser en skisse av denne. Ser at det er stor variasjon på hvor mye av strålingen innenfor spekteret som må til for at øyet oppfatter det som lys. Følsomhetskurven varierer noe med mengden lys.



Figur 2.1: Graf for øyets spektrale følsomhet [4]

I forbindelse med veibelysning er det visse begreper som bør kjennes til. Nedenfor angis en del med en grov forklaring. Disse er hentet fra [3] dersom annet ikke er referert, og for mer/bedre innføring se der.

- **Armatuur**
Anordning som distribuerer, filtrerer eller omformer lyset fra en eller flere lamper, og som inkluderer, i tillegg til lampene i seg selv, alle nødvendige deler for å plassere og beskytte lampene, og når nødvendig alle forkoblingsdeler sammen med deler for tilknytning til elektrisk forsyning.
- **Lampe/Lyskilde:**
Defineres som en kilde som produserer optisk stråling innenfor det synlige spekteret. Det finnes mange forskjellige typer lyskilder. Innen veilyss er høytrykknatriumlyskilder (NaH) det mest vanlige i dag ettersom de har meget god lysutbytte. Fargegjengivelsesindeksen er derimot dårlig, og i områder med høye krav til fargegjengivelsesindeksen benyttes andre lyskilder eller spesialutgaver av NaH. Alternativer kan være høytrykk kvikksølv, metallhalogen eller i noen tilfeller induksjonslamper eller lavtrykknatrium.

- **Lysfluks:**
Et mål for lyskildens ”lysinntrykk” på øyet. Samlet emittert lysstråling fra lyskilden.
Enhet: lumen (lm)

- **Lysstyrke:**
Lysfluks strålt fra en lyskilde per romvinkel. Det vil si lysfluks i en gitt retning.
Enhet: candela (cd)

- **Lysutbytte:**
Forholdet mellom utsendt lysfluks og effektforbruket. Det må spesifiseres hvorvidt tap i eventuelt forkoblingsutstyr er medregnet eller ikke.
Enhet: lm/W

- **Luminans:**
Angir hvor lys en flate er eller hvor lyst øyet oppfatter flaten. Dette avhenger av lysstyrken fra flaten i retning av øye, og det tilsynelatende arealet flaten har for øyet.
Enhet: cd/m^2

- **Blending:**
Oppstår når det i synsfeltet er til stede ugunstige luminansfordelinger, alt for høye luminanskontraster eller gradienter. Skiller mellom to hovedtyper blending:
 - **Synsnedsettende blending (Fysiologisk blending):**
Blending som fører til reduserte synsbetingelser fordi øyets luminansforskjellstørrelse (luminansforskjellen som må til før øyet oppfatter en overgang) blir høyere enn uten blending.
 - **Ubehagsblending (Psykologisk blending):**
Blending som forårsaker ubehag uten nødvendigvis å redusere objektets synbarhet. Ubehagsblending kan oppstå direkte eller ved refleksjon.

- **Belysningsstyrke:**
Forholdet mellom den lysfluksen inn i et punkt på overflaten og arealet på punktet, det vil si hvor stor lysfluks som faller på hver flatearealenhet. Det vil altså si innstrålt lysfluks per arealenhet.
Enhet: lux

- **Fargegjengivelsesindeks (R_a -indeks):**
En definisjon som skal indikere lyskildens evne til å gjengi farger. For at lyset fra lyskilden skal gjengi en farge må lyset også inneholde lys med bølgelengden til denne fargen. En høy R_a -indeks viser derfor at lyset fra lyskilden inneholder et bredt spekter av bølgelengder. R_a -indeksen er dermed avhengig av lyskildens spektrale sammensetning.

- **Fargetemperatur (T_f):**

Forteller om fargen til lyset fra lyskilden gjengitt etter hvilken temperatur det absolutte svarte element måtte hatt for å gi en stråling med samme lysfarge som lyskilden. Figur 2.2 viser en symbolsk presentasjon av fargetemperatur i Kelvin.



Figur 2.2: Symbolsk presentasjon av fargetemperatur [4]

- **Luminansjevnhet:**

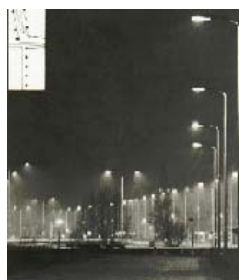
Forholdet mellom minimum og gjennomsnittlig luminans. Figur 2.3 viser et eksempel der luminansjevnheten er dårlig. Det skiller mellom langsgående og tversgående luminansjevnhet.



Figur 2.3: Eksempel på dårlig luminansjevnhet [5]

- **Visuell føring:**

Har vært definert som resultatet av de samlede tiltak som er med på å gi den veifarende et utvetydig og raskt oppfattbart bilde av veiens og kjørefeltets forløp i en tilstrekkelig stor avstand avhengig av sikker kjørehastighet for veistrekningen. Figur 2.4 viser eksempler på visuell føring, hvor det i bilde til høyre lett kommer frem hvordan veien ”går” fremover er bilde til venstre ren kaos i forhold.



Dårlig visuell føring



Bra visuell føring

Figur 2.4: Eksempler på visuell føring [5]

- **Cosinus φ :**

Eller $\cos \varphi$ er en faktor for å finne aktiv effekt når det er en vinkel mellom strøm og spenning. Vinkelen φ er altså vinkelen mellom strøm og spenning.

- **Effektfaktor, PF:**

Effektfaktoren er definert som: $PF = \frac{I_1}{I_{eff}} * \cos \varphi$, der I_1 er delen av strømmen med

hovedfrekvens og I_{eff} er strømmens effektivverdi. Det som skiller PF fra $\cos \varphi$ er altså at PF tar hensyn til innvirkningen de overharmoniske strømmene (THD) har.

- **Tredjeharmoniske:**

Er strøm med trippel frekvens av hovedfrekvensen. Med denne frekvensen vil strømmen i de tre faselederne være i fase med hverandre. Den tredjeharmoniske er normalt den mest innflytelsesrike av de overharmoniske. Oppgis gjerne som en andel av strømmen.

- **THD, Total Harmonic Distortion:**

Er "totalen" av de overharmoniske. Gir en pekepinn på hvor mye støy det er på linjen.

3 LOVGRUNNLAG

”Vegbelysning er i første rekke motivert ut fra hensynet til sikkerhet, avvikling og trivsel. Belysningen skal medvirke til at trafikantene får tilstrekkelig synsinformasjon i mørke om fotgjengere og farlige hindringer, andre kjøretøys plassering og fart på veien, gangfelt, vegkryss, vegens linjeføring samt skilting og oppmerking.” [6]

Veinormalene utarbeides med hjemmel i forskriftene etter veilovens § 13. Formålet med veinormalene er å sikre en tilfredsstillende og enhetlig kvalitet på veinettet. Veinormalene skal gjelde for all prosjektering av veier og gater på det offentlige veinettet. Disse kan derimot fravikes av Vegdirektoratet på riksveier, fylkeskommunen på fylkesveier og kommunen på kommunale veier. [7]

3.1 Dagens veinormal

Det som har med veibelysning å gjøre i veinormalen finnes i ”017 Veg- og gateutforming”. Denne ble revidert sist i 1992, men en ny versjon har vært ute på høring, og skulle ha erstattet den gamle i løpet av 2006. Dette skjedde ikke, men det burde ikke vare lenge før dagens veinormal er erstattet.

Normen definerer veibelysning som:

”Med vegbelysning forstås belysning av både veg og gategrunn inkludert eventuell gang/sykkelveg og/eller fortau.”[6].

Dagens veinormal definerer belysningskravet etter veiens standardklasse og trafikkmengde. Standardklasse er en inndeling der veiene karakteriseres etter hva slags type vei det er, og hva slags område veien går gjennom. Trafikkmengden bestemmes ut i fra årsdøgntrafikk (ÅDT). Områdene er definert etter bebyggelsen. Ubebygde eller spredt (1), middels tett (2) eller tett bebyggelse (3). For nærmere definering, se [6]. Veitypene er:

- Hovedvei (H), som skal dekke behovet for transport mellom distrikter, områder og bydeler, og har begrenset antall avkjørsler.
- Samlevei (S), som er forbindelsesveier innenfor distrikter, områder og bydeler.
- Adkomstvei (A), som har adkomstfunksjon.
- Gang- og sykkelvei (G), som ikke gjelder i forbindelse med annen vei. Da gjelder bilveitypen.

[6].

Tabell 3.1: Standardklasser [6]

	Ubebygde eller spredt bebyggelse	Middels tett bebyggelse	Tett bebyggelse
Hovedvei	H1	H2	H3
Samlevei	S1	S2	S3
Adkomstvei	A1	A2	A3
Gang- og sykkelvei	G1	G2	G3

Kravene som stilles er gitt i midlere luminansnivå i veibanen, og er som følger:

Tabell 3.2: Krav til luminansnivå, driftsverdier. [6]

Standardklasse	Midlere luminansnivå Lm [cd/m ²]			
	ADT			
	≤ 1500	1500 - 5000	5000 - 15 000	≥15 000
H1	0,7	1	1 - 2	2
H2	1	1	1 - 2	2
H3	1	1 - 2	2	2
S1	0,7			
S2	0,7	1		
S3	1	1 - 2		
A1, A2, A3	0,7 cd/m ² eller midl. hor. belysningsstyrke E _h = 7 - 10 lux			

I tillegg til dette gir normalen krav til jevnhet og blending. Det er også egne krav ved avslutning av veibelysningsanlegget for å forhindre for brå overganger. Se normalen for mer om dette.

3.2 Ny veinormal

Det foreligger en høringsversjon av den nye veinormalen som er tilgjengelig på veivesenet sine hjemmesider. Det har derimot skjedd noen endringer i denne, og en revidert versjon av avsnittet for veibelysning er vist i vedlegg A. I høringsversjonen av den nye normalen kommer det frem at overordnet plan/utredning skal avklare:

- veiens funksjon
- trafikkmengde
- fartsgrense
- kryss, avkjørsler og lokalt veinett
- løsninger for kollektivtransport

[2]

Veiene inndeles i følgende typer etter veiens funksjon:

- stamveier (S)
- andre hovedveier (H)
- samleveier (Sa)
- atkomstveier (A)

I tillegg kommer gang- og sykkelveier. Stamveier utgjør det overordnede hovedveinettet i Norge, og Stortinget bestemmer hvilke veier som faller inn under denne bedømmelsen. [2]

Belysningsklasser

For norske forhold er det valgt å dele belysningsklassene inn i:

- MEW for veier og gater med fartsgrense 40 km/t eller høyere.
- CE for områder med korte synsavstander eller andre faktorer som gjør det umulig å bruke MEW-klasse og veier med fartsgrense på 30 km/t.
- S for gang og sykkelveier.

[8]

Ved oppføring av veibelysning skal kravene oppfylles og dokumenteres ved beregning. Dette gjøres ved at det utføres lysberegninger i henhold til "NS-EN 13201-3 Vegbelysning – Del 3: Beregning av ytelse". Det skal da medregnes en vedlikeholdsfaktor lik 0,8. [Vedlegg A]

Tabell 3.3: Belysningsklasser med tilsvarende lysnivå [Vedlegg A]

Midlere luminans [cd/m ²]		2	1,5	1	0,75	0,5			
Klasser	CE0	MEW1 CE1	MEW2 CE2	MEW3 CE3 S1	MEW4 CE4 S2	MEW5 CE5 S3	S4	S5	S6
Midlere belysningsstyrke [lux]	50	30	20	15	10	7,5	5	3	2

I tillegg til disse kravene skal MEW-serien oppfylle følgende kriterier:

Tabell 3.4: Belysningsklasser i MEW-serien [Vedlegg A]

Klasse	Luminans fra kjørebansens veidekke				Synsnedsettende blending	Belysning av omgivelsen
	Tørr tilstand			Våt tilstand		
	Lm [cd/m ²] (minimum) opprettholdt nivå)	U ₀ (minimum)	U ₁ (minimum)	U _{ov} ³⁾ (minimum)	TI i % (maksimum)	SR ¹⁾ (minimum)
MEW1	2,0	0,4	0,6	0,15	10 ²⁾	0,5
MEW2	1,5	0,4	0,6	0,15	10 ²⁾	0,5
MEW3	1,0	0,4	0,6	0,15	15 ²⁾	0,5
MEW4	0,75	0,4		0,15	15	0,5
MEW5	0,5	0,35		0,15	15	0,5

1) Dette kriteriet benyttes kun der hvor det ikke er tilstøtende trafikkområder med egne krav
 2) Ved vanlige mørke omgivelser bør ca. 2/3 av angitt TI-verdi ikke overskrides
 3) Kravene gjelder dekketype W4. Ved evt. bruk av W3 for drenerende dekker er kravet $\geq 0,20$. For karakterisering av veidekkene se kilden.

For CE-klassen er kravet for U₀ (minimum) lik 0,4.

Belysningskrav

Når MEW-serien er belysningsklassen som skal benyttes, så skiller kravene på om det er vei eller gate. I tillegg er det ÅDT som bestemmer dimensjoneringen. Kravene er vist i Tabell 3.5 for veier og Tabell 3.6 for gater.

Tabell 3.5: Belysningsklasse for veier (MEW) [8]

ÅDT	< 1500	1500 – 4000	4000 – 8000	8000 – 12000	> 12000
Belysningsklasse	MEW4	MEW3	MEW2	MEW2	MEW2

Tabell 3.6: Belysningsklasser for gater (MEW) [8]

ÅDT	< 1500	1500 – 4000	4000 – 10000	10000 – 15000	> 15000
Belysningsklasse	MEW4	MEW3	MEW2	MEW2	MEW2

For eksisterende veier gjelder egne krav avhengig av om det er midtrekkverk/middeler. Dette er vist i Tabell 3.7.

Tabell 3.7: Belysningsklasser for eksisterende veier (MEW) [Vedlegg A]

ÅDT	< 1500	1500 – 4000	4000 – 8000	8000 – 12000	> 12000
Med midtrekkverk eller middeler		MEW3	MEW3	MEW3	MEW3
Uten midtrekkverk eller middeler	MEW4	MEW3	MEW2	MEW2	MEW2

CE-klassene benyttes for valg av belyningsklasse i kryss med egne svingefelt, rundkjøringer, fergeleier, bomstasjoner og eventuelt andre trafikale områder der det er nødvendig med belysning. Dette er vist i Tabell 3.8. CE-klassene kan også benyttes for atkomstveier. [8]

Tabell 3.8: Belysningsklasser CE for områder og kryss når belysning er bestemt [Vedlegg A]

Belysnings-klasse	Veikryss og rundkjøringer ¹⁾	Atkomstveier	Fergeleier	Bomstasjoner	Bussterminaler, parkeringsplasser, torg, lommer mm	Gangtunneler
CE0			Oppstillingsplass med billettsalg	Manuelt betjeningsområde		Dag ²⁾
CE1	MEW1 er valgt for hovedvei		Fergeleie/ kaiområde	Automatisk betjeningsområde		
CE2	MEW2 er valgt for hovedvei				Bussterminaler ³⁾	
CE3	MEW3 er valgt for hovedvei		Oppstillingsplass og kjøreområde	Oppstillingsplass og inn- og utkjøringsareal	Busslommer belyst vei, viltkryssinger	Natt
CE4	MEW4 er valgt for hovedvei	Som alternativ til MEW4		Kjettingplasser	Parkeringsplasser ⁴⁾ Åpne plasser/torg ⁵⁾	
CE5		Som alternativ til MEW5			Rasteplasser, busslomme ubelyst vei	
Blendings-klasse						D6
Avskjermings-klasse	I belyste områder skal anlegget tilfredsstillende G4. Ved overgang til ubelyste veiområder og der lyset kan forstyrre sjø- eller lufttrafikk skal anlegget tilfredsstillende G6 (se [7] for forklaring)					
¹⁾	Veikryss skal ha samme belyningsnivå som hovedveien, men for viktige og kompliserte kryss bør planlegger velge en belyningsklasse høyere					
²⁾	Gjelder kun lange tunneler hvor dagslyset ikke slipper tilstrekkelig inn, og hvor det er stor g/s-trafikk Ved liten g/s-trafikk brukes					
CE3						
³⁾	CE1 kan velges					
⁴⁾	CE3 kan velges ved stor trafikk i mørket eller ved store krav til sikkerhet. CE5 kan velges der det er mindre behov for belysning.					
⁵⁾	CE5 kan velges der omgivelsenes belyningsnivå er lavt					

Nedregulering

Det skal vurderes om belysningen kan nedreguleres i tidsrom og under forhold hvor det er mindre belyningsbehov. Dersom et regulerbart anlegg allikevel ikke velges skal dette begrunnes ut ifra en LCC-analyse (Life Cycle Cost). Ved nedregulering skal minimum MEW4 oppfylles i nedregulert tilstand for veier uten midtrekkverk. For veier med midtrekkverk skal minimum MEW5 oppfylles i nedregulert tilstand. [8]

4 MODIFISERING OG UTTESTING AV STYREPROGRAM

Det er hittil blitt opprettet tre anlegg for testing og utprøving av avanserte styresystemer som er benyttet i forbindelse med prosjektene innen intelligent veibelysning her ved NTNU. Disse benytter et styreprogram for å hente inn informasjon, og bruke denne til å drifte anlegget etter kravene/ønskene som til en hver tid gjelder. Et av testanleggene for veibelysning ligger i Høgskoleringen ved NTNU Gløshaugen, og to ligger i Osloområdet. Anleggene benytter LonWorks-teknologi, men har utstyr fra forskjellige leverandører, Philips og Multilux. Disse anleggene er utstyrt med luminansmetre, som måler luminansen i veibanen. Målet med dette er at anleggene skal kunne styres etter reelt luminansnivå. Dermed skal anleggene kunne regulere pådraget etter forholdene, og ikke etter et forhåndsfastsatt system.

4.1 LonWorks

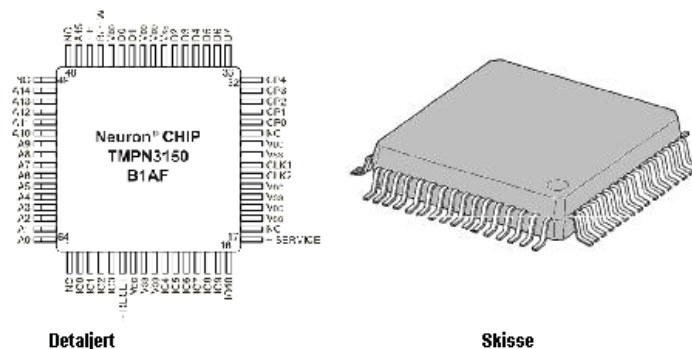
LonWorks er et buss-system som benytter seg av intelligent utstyr som kommuniserer med hverandre (toveis kommunikasjon) ved hjelp av en protokoll over en eller flere kommunikasjonskanaler, også kalt busser [9]. Utstyr på nettverket blir ofte kalt noder. LonWorks ble først utviklet av Echelon på slutten av 80-tallet. LonMark er et merke som beviser at et produkt er et godkjent LonWorks-produkt.



Figur 4.1: LonMark godkjenningssymbol [10]

4.1.1 Neuronbrikken

Hver node i et LonWorks-system inneholder en eller flere prosessorer som inneholder ”intelligensen” og som implementerer protokollen. Disse prosessorene kalles Neuron-brikker. [9]. Neuron-brikken består egentlig av tre små identiske 8 bits prosessorer, der den ene tilfører noden dens applikasjoner, mens de to andre jobber med kommunikasjonen med bussen [5]. Hver node inneholder også en transceiver. Transceiveren er det elektriske grensesnittet til bussen [9]. Hver node som blir produsert får i tillegg en egen unike adresse, Neuron-ID. Dette er en 12-sifret heksadesimalkode. Hver Neuron-brikke har en applikasjon som definerer oppførselen/egenskapene til utstyret. Brikkene er programmert i programmeringsspråket Neuron C, som er en spesialversjon av ANSI C for LonWorks.



Figur 4.2: Neuronbrikke [5]

4.1.2 LonTalk

For at nodene i et LonWorks-system skal kunne kommunisere sammen, så benytter de en felles protokoll, LonWorks-protokollen, også kjent som LonTalk [11]. Denne gir regler om hvordan kommunikasjonen skal foregå. LonTalk er en åpen standardisert protokoll. Det gjør det enkelt for andre produsenter og systemer å kommunisere med LonWorks. LonTalk er bygd opp etter OSI-modellen.

4.1.3 Nettverksvariable

Til å kommunisere benytter nodene nettverksvariable. Dette kan være standard nettverksvariable "Standard Network Variable Types" (SNVTs), eller brukerdefinerte nettverksvariable "User-defined Network Variable Types" (UNVTs) [11]. LonMark definerer også et sett standard konfigurasjonsparametere. Disse heter "Standard Configuration Property Types" (SCPTs). Det kan også defineres egne konfigurasjonsparametere "User-defined Configuration Property Types" (UCPTs) der det ikke er en passende SCPT [11]. Ved hjelp av disse variablene sikres det at komponenter fra forskjellige produsenter kan kommunisere og fungere sammen.

4.1.4 Bussen

Bussen er kommunikasjonsmediet eller kanalen i et bussystem. Det er denne nodene kommuniserer over. For LonWorks kan det benyttes mange forskjellige slags overføringsmedium. Det kan nevnes tråddar, powerline (strømnettet), fiber, radio, IR og flere. Man benytter routere til å binde sammen forskjellige overføringsmedia eller for å dele opp bussen, og disse routerne kan fungere som gjentakere (repeater), broer (bridge), lærende routere eller konfigurerte routere. Repeater forsterker simpelthen signalet på bussen, broer deler nettet opp i segmenter. Lærende routere sperrer signaler som tidligere ble sluppet igjennom, men som ingen på den andre siden behøvde. Konfigurerte routere kan programmeres til sperre visse type signaler. På denne måten kan informasjonen som sendes over deler av bussen begrenses. [12]

4.1.5 Utvikling av noder

For å utvikle en nodes applikasjon trengs en utviklingsbenk. LonBuilder og NodeBuilder er nettopp det. Man kan med disse utvikle og teste applikasjoner på en eller flere noder. LonBuilder er et eldre DOS-basert system, mens NodeBuilder er Windows-basert. NodeBuilder er tett knyttet opp imot LonMaker, som er en programvarepakke for å designe, dokumentere, installere og vedlikeholde LonWorks-nettverk [11]. Mens man i LonBuilder programmerer alt man trenger selv er det i NodeBuilder lagt inn en "codewizard" som automatisk genererer Neuron C-kode. Figur 4.3 viser utstyret disse utviklingsbenkene leveres med.



NodeBuilder Development kit [13]



LonBuilder Development kit [5]

Figur 4.3: Utviklingsbenker for noder

4.2 Styringsparametere

I et intelligent veibelysningsanlegg gir muligheten for å hente inn informasjon om forhold og betingelser et bedre grunnlag for å kunne optimalisere belysningsnivået til enhver tid. Dette kan sikre bedre sikkerhet i tillegg til å redusere energiforbruket. Veibanens luminans, trafikk tettheten, trafikk hastigheten og sikten er slike elementære parametere. For at et slik system skal fungere til fulle må sensorene som registrerer disse parametrene være presise, rimelige og kreve relativt lite vedlikehold.

4.2.1 Trafikk tetthet og trafikk hastighet

Hvilke krav veinormalen stiller til belysningen er gitt etter ÅDT. Trafikk tettheten kan variere drastisk i løpet av døgnet. Ved å få inn informasjon om trafikk tettheten som timeverdi av ÅDT kan kravet fra veinormalen kontinuerlig vurderes. Dette gjør at det til tider kan være reduserte krav, men også til tider økte krav. Det kan være aktuelt med annet enn timeverdier, eksempelvis ved fergeleier, men da kan bare et kortere tidsintervall benyttes. Trafikk tettheten kan overvåkes av en trafikk sensor, vist med eksempel i Figur 4.4, eller data kan eventuelt hentes fra en av veivesenets trafikk stasjoner. Trafikk hastigheten kan typisk også hentes ut fra disse alternativene. Ved å sette en nedre grense for hastigheten kan det legges inn en indikasjon på kø. Belysningen kan da reduseres selv om trafikk tettheten er høy.



Figur 4.4: Eksempel på måleutstyr for trafikk tetthet og hastighet med virkemåte [5]

4.2.2 Sikt

Ved å ha egen siktsensor fås en egen styringsparameter som kan detektere dårlige siktførhold. Dette kan være luftforurensing, tåke, tett regn, kraftig snøvær eller snøføyke. Eksempel på en sikk sensor ses i Figur 4.5. Det kan med tanke på siktførhold være store lokale variasjoner, og det bør tas hensyn til. Ved dårlig sikt er det ikke nødvendigvis økt luminans fra veibanen som er best. Visuell føring kan da være minst like viktig. I tåke kan veilysene da virke som en god indikasjon på hvor veien fører. Et dårlig planlagt belysningsanlegg med tanke på visuell føring kan da forverre situasjonen. Men et anlegg med bra visuell føring kan ved å tenne anlegget ved dårlig sikt hjelpe med å vise hvordan veien fortsetter fremover.



Figur 4.5: Eksempel på siktsensor [5]

4.2.3 Veibanens luminans

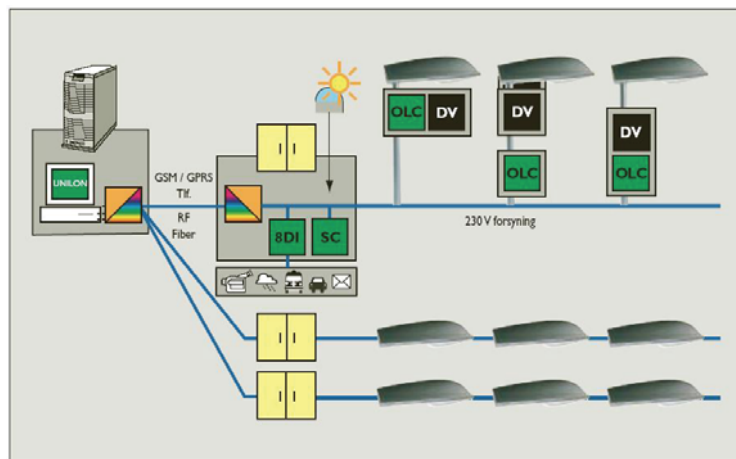
Veibanens luminans er et tall på hvor mye lys som reflekteres fra veibanen. Dette er en meget viktig faktor i om et objekt kan oppfattes av en sjåfør eller ikke. Veinormalen stiller krav til luminansen. Reflektansen til en gitt vei kan endre seg drastisk avhengig av vær og føreforhold. Forskjellen mellom våt og tørr veibane kan være stor, og kan bli enda større ved snø/is i veibanen. I tillegg vil mer strølys gjerne treffe veibanen når det er snø rundt veien. Belysningsanlegget må opprettholde kravene selv under de verste forholdene, og må derfor dimensjoneres etter det. Dette fører derimot til at i et konvensjonelt anlegg kan belysningsnivået langt over kravene i store deler av året.

4.3 Testanleggene

De tre testanleggene opprettet i forbindelse med uttesting av avanserte styringssystemer for veilys har mange likheter selv om de bygger på utstyr fra to forskjellige leverandører. Det er derimot noen prinsipielle forskjeller. I dette avsnittet blir anleggene beskrevet. Det blir gitt en innføring i utstyret benyttes i anleggene som muliggjør styring med hensyn på veibanens luminans.

4.3.1 Philipsanlegg

Anlegget ved NTNU er levert av Philips. Styresystemet deres heter Starsence. Starsence baserer seg på undersentraler kalt områdenoder eller segmentkontrollere og kan styre opp til ca 100 lampenoder. Den er konstruert for det ettersom det ikke er vanlig å ha vesentlig flere per fordeling. Figur 4.6 viser muligheter for oppsett i et Philipssystem. Den øverste forgreningen i figuren indikerer innhold og muligheter for plasseringer.



Figur 4.6: Oppsett Philipssystemet [5]

Områdenodene sender kommandoer og mottar meldinger fra lampenodene. Den har også muligheten til å motta signaler fra en fotocelle eller informasjon om biltetthet, værdata eller annet [5]. Områdenoden ved testanlegget, LFC 7050/00, inneholder en Neuron 3150 mikroprosessor med klokkehastighet 10 MHz, og benytter seg av en PLT-22 transceiver til å sende og motta beskjeder [14]. Ved å benytte en PC kan det lastes opp viktig informasjon fra områdenoden, og lastes ned innstillinger. Ellers opererer områdenoden selvstendig, og er ikke avhengig av en oppkoblet PC. En PC vil typisk benyttes for å sette innstillinger og overvåke på flere segmentkontrollere. Data fra segmentkontrolleren overføres typisk via GPRS, eller ved hjelp av en iLon 100 internettsjerver over internett til PC-en. Dette gjelder også i Multiluxsystemet.

Det grafiske grensesnittet for overvåkning og styring tilføres av programvaren UniLon. Det kan ses på en oversikt over alle lyspunktene, og videre kan vær nodes status overvåkes. Ved å legge kart i bakgrunnen kan den fysiske plasseringen til hver node lettere lokaliseres. I en UniLon-sentral vil det kunne styres opp til 30 000 noder. Lampenodene styrer og overvåker det enkelte lyspunkt. Ved kommando fra områdenoden kan en scene iverksettes av lampenoden. Hver lampenode har mulighet for innstilling av 32 scener. Lampenoden styrer altså dimmingen og av-/påslåingen av lampen. I tillegg registreres effekt-/energibruk og brenntid. Dette kan hjelpe en som drifter et anlegg med bedre å kunne planlegge vedlikeholdet av armaturene. Lampenodene sikrer også konstant spenning til armaturen. Lampenodene ved

testanlegget, LFC7010/00, inneholder en Neuron 3150 mikroprosessor med 10 MHz klokke hastighet, og en PLT-22 transceiver [15].

I tillegg er det i testanlegget en digital kontrollenhet som har åtte digitale innganger som kan kobles opp imot eksterne sensorer. Figur 4.7 gir en oversikt over noen deler omtalt over.



lampenode

områdenode

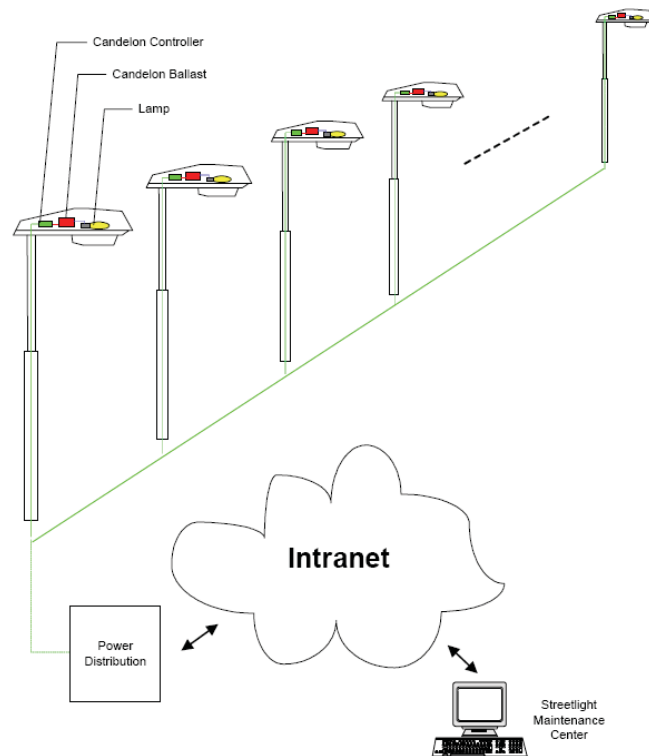
kontrollenhet

skjembilde fra UniLon

Figur 4.7: Starsenceutstyr

4.3.2 Multiluxanlegg

Hafslund har to testanlegg som kan styres ved hjelp av luminansmetre. Ett ligger i Franzefossveien i Bærum med 22 lyspunkt, og et annet i Løypeveien i Oslo med tre lyspunkt. Armaturene er her levert av Multilux AS og er av typen Lunoide VP. Styringsenheten i armaturene er fra Kongsberg Analogic, AS S2000-PL Controller, og det er også benyttet en elektronisk ballast, Selc 2000, i armaturene levert av Selc Electronics Ltd [1]. Figur 4.8 viser prinsipielt oppsett til Multiluxsystemet. Styringsenheten er der Candelon Controller, og den elektroniske ballasten er Candelon Ballast.



Figur 4.8: Oppsett Multiluxsystem [16]

SELC 2000 er en serie lavfrekvente ballaster som kan benyttes i forbindelse med høytrykknatrium- og kvikksølvlamper (inkludert CDM). De leveres ifølge referansen for lampeeffekter på 35 W til 100 W, men er i hvert fall tidligere utgitt i 150 W, og det er det som er i Løypeveien. Ballasten kan programmeres til å tillate toveiskommunikasjon, og kan dermed bli en node i LonWorks-systemet. SELC 2000 kan da gi beskjed om lampens brenntid, lampestatus, lampespenning, lampeeffekt, ballasttemperatur, inngangsspenning, lampeteknologi, lampediagnostikk og effektgradient. Produsenten oppgir en effektfaktor på minimum 0,99 og effektforbruk ved avslått lampe på 1 W. Effektfaktoren skal holde seg uavhengig av inngangsspenning (innenfor grenseverdiene) og dimmingsgrad. Disse grenseverdiene til inngangsspenningen er på 180 V og 260 V. [17]

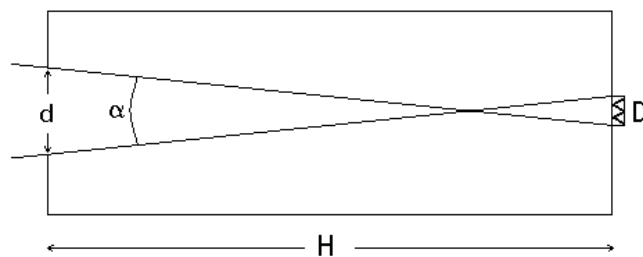
Armaturhuset til Multilux Lunoide VP'er laget enten i aluminium eller termoplast, men med skjerm av glass. Armaturen har en IP-grad på 64/44. [1]

Selv om den elektroniske ballasten kan programmeres til å fungere som en node, så er det Kongsberg Analogic Candelon S2000-PL Controller som fungerer som lampenoden, og som også er selve styringsenheten i armaturene. Kommunikasjonen skjer over strømnettet (PL) med en felles sentral. Lampenoden kommuniserer igjen med det elektroniske forkoblingsutstyret, får avlest informasjon om driftsituasjonen og sender den videre. [1]

Multiluxsystemet benytter seg av LonMaker programvaren. Dette gjør det til et fullstendig åpent system. Det vil si at det er enkelt å integrere LonWorks-produkter fra andre produsenter.

4.3.3 Luminansmetret

Dersom styresystemet skal benytte seg av veibanens luminans til å styre belysningen, så er luminansmålingene avhengig av å være til å stole på. Har man sikre luminansmålinger, så gir luminansmetret en tilbakekobling i systemet som sier om belysningen er for høy eller for lav i forhold til ønsker eller krav. I dag benyttes slike luminansmetre i forbindelse med tunnelbelysning. Disse luminansmetrene er tradisjonelt sett ganske avanserte, og prisen ligger på omtrent 25 000 kroner [5]. Dette er en dyr investering ettersom hvert målingspunkt ikke nødvendigvis kan dekke veldig mange lyspunkt. Derfor utviklet Sintef IKT Fotonikk i samarbeid med NTNU et nytt, enklere og billigere (med mulighet for å bli billigere) instrument våren og sommeren 2004. Her er det plassert en fotocelle inne i et metallrør. Ved å kontrollere åpningsvinkelen ut av røret ved hjelp av en linse, kan det reguleres hvor mye lys som slippes inn. [18]



Figur 4.9: Prinsippskisse for luminansmetret [5]

I Figur 4.9 vises prinsippet bak utviklingen av luminansmetret. Innsiden av metallrøret absorberer lyset som treffer veggen, og lyset som treffer fotocella er dermed så godt som kun det lyset som er sendt direkte fra området som luminansmetret er siktet inn på. Signalet fra fotocella kan dermed enkelt regnes om til luminans. Det har blitt utviklet luminansmeter med strømsignal og spenningsignal som funksjon av luminansen. Det som står ved NTNU gir et strømsignal, mens det som er benyttet i anleggene i Oslo og Bærum gir et spenningsignal $U=1,25 \cdot L$. En tidlig versjon av luminansmetret utviklet av Sintef IKT Fotonikk kan ses i Figur 4.10.



Figur 4.10: Tidlig versjon av luminansmetret utviklet av Sintef IKT Fotonikk [5]

4.3.4 Kontrolleren

For å benytte luminansmetret er det behov for en analoginngang for signalet, og sammen med behovet for å implementere et styreprogram er det benyttet en ekstern kontroller. For å gi mulighet for også å kunne ta inn signaler fra siktsensor og trafikkmålingsstasjon er det også behov for digitale innganger. Kontrolleren som er benyttet er en Connect B.V. Process Control Unit (PCU) modell PCU-PL22-AN, og vises i Figur 4.11.



Figur 4.11: PCU

Denne PCU-en er et LonWorks produkt, og innehar en Neuron 3150 mikroprosessor med 5 MHz klokkehastighet. Enheten kan kommunisere over trådpar via en FTT-10 Free Topology Transceiver, eller på strømmettet over 230 V eller 400 V via en CENELEC C-bånd PL transceiver. Det er 8 digitale innganger og 3 digitale utganger, men det er tilgjengelig ”extension boards” blant annet for en analog inngang [19]. Det som er benyttet i testanleggene er en analoginngang [1]. Denne kan tolke et spenningssignal mellom 0-5 V, eller et spenningssignal på mellom 0-20 mA. [19] for mer info.

4.4 Styreprogrammet

Det styreprogrammet som er implementert i den eksterne kontrolleren er utviklet av Sturle Norheim ved NTNU i forbindelse med masteroppgaven våren 2004. Enkelte endringer ble gjort av Pål J Larsen høsten 2004 og våren 2005. Endringer gjort høsten 2006 blir forklart noe senere.

4.4.1 Historikk

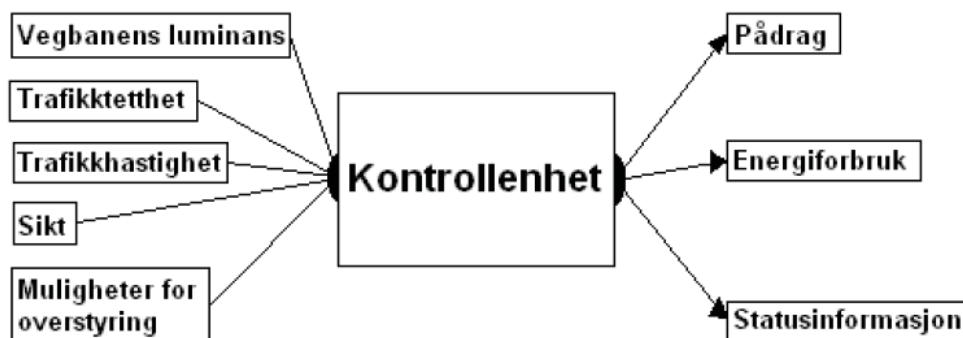
Styreprogrammet bygger på styring med tilkoblet luminansmeter. Det er lagt inn flere parametere som til sammen setter kravet til luminans. Disse kravene stammer fra veinormalen. Luminansmetret gir tilbakekobling sånn at veiens luminans kontrolleres og tilpasses kravet som til enhver tid gjelder.



Figur 4.12: Oversikt over systemkomponenter [5]

Programmet gir mulighet til å kontinuerlig hente inn informasjon om sikt, trafikkmengde (ÅDT) og trafikkhastighet. Dette er parametere som enten kan sette kravet til luminans, eller som kan overstyre luminansmetret og gi en gitt bestemt effekt på systemet. Det kan være å skru det av, på eller til en spesiell verdi. En skisse for prinsipiell datastrøm inn og ut av kontrollenheten er gitt i Figur 4.13.

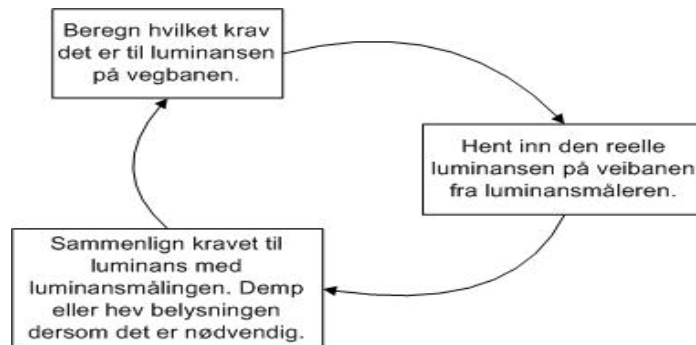
I tillegg til dette, tar programmet hensyn til hvilken veitype som gjelder på stedet. Veitypen blir satt etter veinormalen, og kravene til luminansen er avhengig av denne. Videre blir fartsgrensen på stedet tatt hensyn til. Denne er i utgangspunktet satt til 80 km/t. Dersom hastighetsmåleren måler hastigheten til under en gitt verdi (i utgangspunktet satt til 30 km/t) vil programmet tolke dette som kø, og et "køscenario" blir aktivert. Dette scenarioet vil gi redusert belysning. Hvor hastigheten måles bør derfor ikke velges tilfeldig. Dersom sikten blir målt som for liten, så har programmet egen innstilling for dette, og denne blir aktivert.



Figur 4.13: Datastrøm i kontrollenheten [5]

Det er en logisk oppbygning av styringssystemet. Programmet beregner hvilket krav som stilles til luminansen i veibanen. Luminansmetret måler reell luminans, og programmet

kontrollerer denne verdien mot kravet. Er denne forskjellen tilstrekkelig gir programmet en endring i pådraget til armaturene. Endringen kan være positivt eller negativt avhengig av om reelt luminansnivå er henholdsvis for lavt eller for høyt. Deretter skjer en ny kontroll. Figur 4.14 viser en skisse av hvordan dette prinsipielt fungerer.



Figur 4.14: Prinsippet bak styreprogrammet [5]

Kontrollenheten gir også muligheter for å måle energiforbruk dersom det er ønskelig [5]. I tillegg til pådrag til veilyset og energimålingsdata kan kontrolleren sende ut visse statusmeldinger og måledata. På den måten kan styringssystemet overvåkes [5].

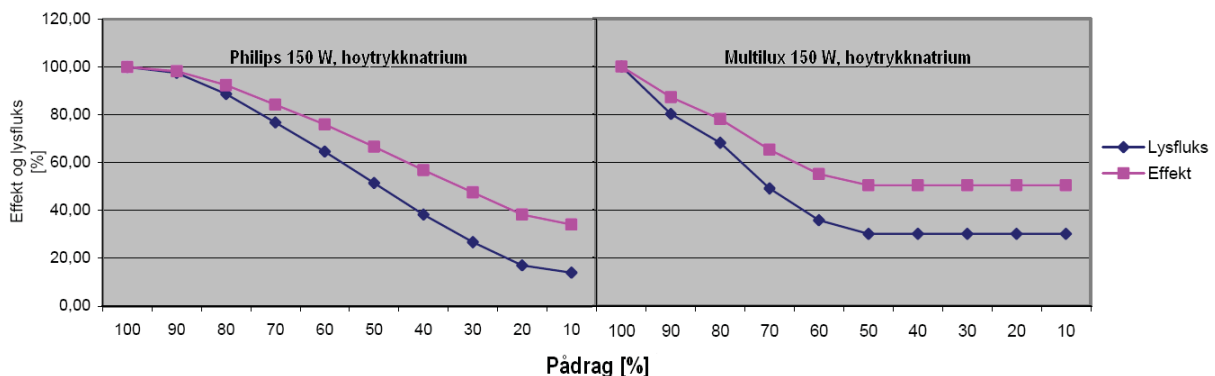
Når veilysene er avslått, og det blir målt for lavt luminansnivå, så setter programmet lampene til 100 %. Det startes samtidig en indre klokke. Denne er initialt satt til 10 minutter, og er der for at temperaturen i armaturen skal stige. Denne tiden på 100 % skjer også ved kø eller for dårlig sikt. Når denne tiden utgår, og det ikke er en aktiv overstyring, så settes prinsippet som er vist i Figur 4.14 i gang. En tilsvarende timer hindrer at anlegget blir slått på en periode etter at anlegget blir slått av. Når programmet slår av eller på lampene, så betyr det at luminansen har krysset en grenseverdi. En venteperiode vil da gjøre at den naturlige belysningen får endret seg ytterligere, og faren for flere av/på slåinger reduseres.

For å ha muligheten til en overordnet styring, så er det lagt inn muligheten for å overstyre systemet. Det er en av-overstyring og en på-overstyring ("*nviON*" og "*nviOFF*"). Ved å aktivere på-overstyringen blir veilyset slått på. De slår seg derimot ikke direkte av når på-overstyringen deaktiveres. Styresystemet går da tilbake til normal driftsmodus. Det er tilsvarende for av-overstyringen. Altså når av-overstyringen har vært aktivert, og blir deaktivert igjen, så vil ikke veilyset slå seg på direkte. På-overstyringen har prioritet over av-overstyringen som igjen har prioritet over siktsensoren, som er den tredje overstyringen. Det vil si at dersom alle de tre overstyringsfunksjonene er aktivert samtidig, så vil veilyset være aktivert med et nivå på 100 % ettersom det er på-overstyringen som prioriteres. Dersom på-overstyringen deaktiveres, så vil av-overstyringen ha prioritet, og veilyset slås av. Slås av-overstyringen deretter av, så vil lampene gå til 100 % til oppstartperioden er over, og deretter gå til 50 % eller den verdien sikt-overstyringen er satt til.

4.4.2 Endringer av styreprogrammet høsten 2006

I løpet av høsten 2006 ble det gjort en del endringer av styreprogrammet. Endringene skulle oppgradere programmet til den nye veinormalen, og programmet skulle også endres for å gi en bedre tilpasning til Multilux sine armaturer.

Philipsarmaturer, som styreprogrammet i utgangspunktet var laget for dimmer lampene sine med hensyn på lysfluksen. Multiluxarmaturene er derimot laget for å dimme armaturene sine med hensyn på effekten. Denne forskjellen har vist seg å føre til at Multiluxanleggene blir trege om morgenen. Figur 4.15 viser dimmekarakteristikkene for Philipsarmatur og Multiluxarmatur på 150 Watt. Som figuren viser, så flater Multiluxarmaturens effekt og lysfluks ut ved 50 % pådrag. Denne forskjellen mellom armaturtypene førte til at det ble innført en minimal grense for dimmegrad, som er satt til 50 % pådrag. Om morgenen vil derfor anlegget dimmes ned til 50 %, og deretter slås av om luminansen er for høy, eller når den blir det. På denne måten hindres det at lampene blir stående på når luminansen er for høy i forhold til kravene ettersom lampeeffekten ikke endres videre ved redusert pådrag (se Figur 4.15 Multiluxarmatur, 50-10 % pådrag).



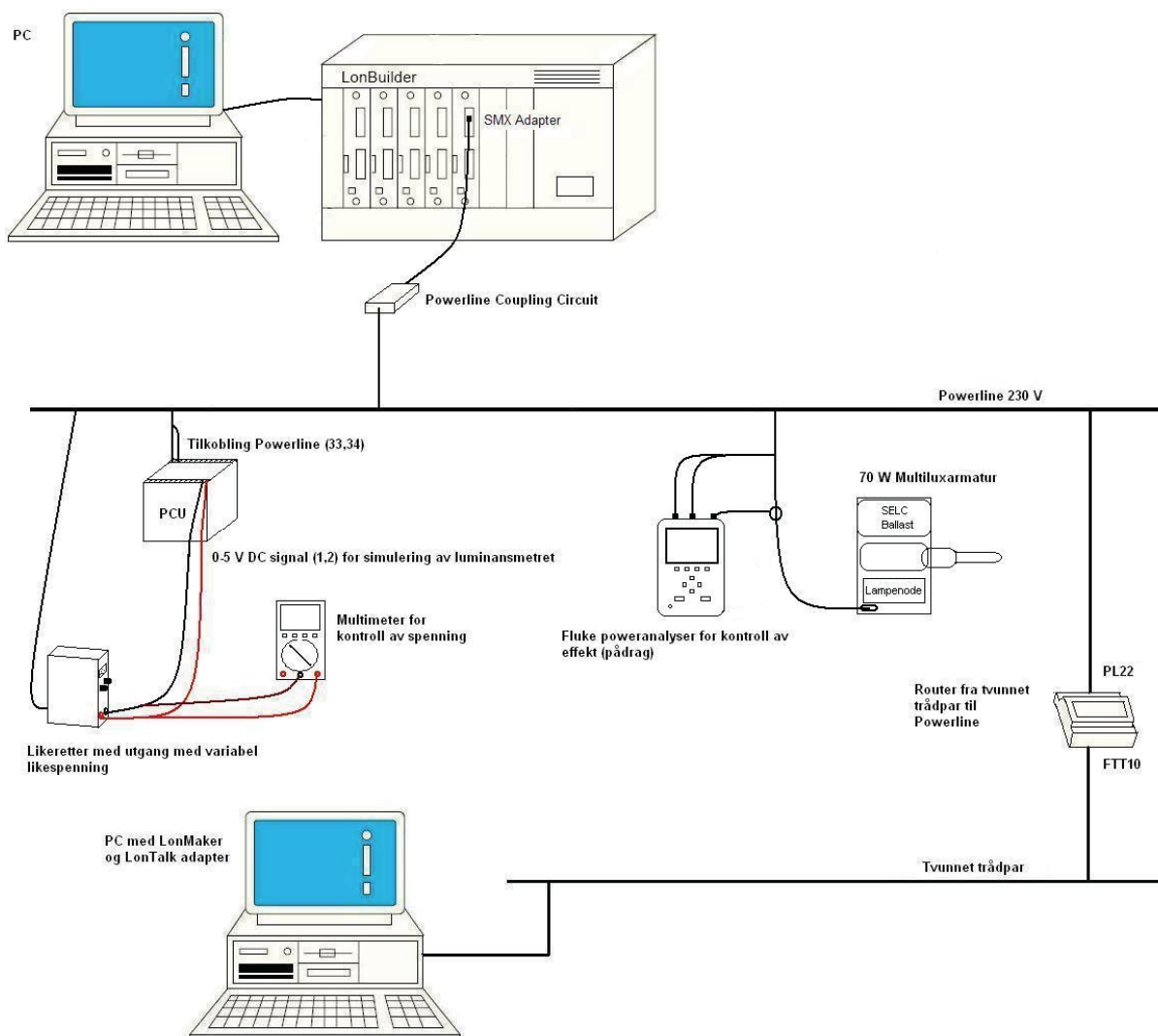
Figur 4.15: Dimmekarakteristikker 150 W [1, figur 6.14 og 6.12]

Den nye veinormalen har en helt ny definering av veiene. Det er ikke lenger definering av veiklasser. Dette medførte derfor til en omstrukturering av defineringen av hvordan veiene inndeles i programmet. Mens den gamle veinormalen setter luminanskravene etter veitype og deretter trafikkmengde, setter den nye normalen kravene etter trafikkmengden og veien er med eller uten midtdeler. I tillegg er der i den nye normalen også egne krav til gater. Disse endringene ble implementert i programmet, og tilhørende trafikk tetthetsgrenser og de forskjellige luminanskravene ble definert. Til slutt ble prosedyrene for innhenting og definering av hvilket krav som til enhver tid er gjellende definert.

4.5 Implementering og uttesting av nytt styreprogram

Ettersom det ikke ble utført en skikkelig uttesting av det nye styringsprogrammet i forbindelse med høstprosjektet, så måtte det gjøres våren 2007. Programmet ble installert i kontrolleren ved hjelp av LonBuilder, og etter prosedyren beskrevet i vedlegg B. I vedlegg B finnes også liste over utstyr benyttet i forbindelse med implementering og testing av styreprogrammet, samt en oversikt over nettverksvariable for programmet.

Oppsettet for å implementere programmet i kontrolleren, installere kontrolleren i et nett og test av applikasjonen er vist i Figur 4.16. Kontrolleren er koblet til strømmettet (tilkoblingsporter i parentes). LonBuilder er koblet mot nettet via Powerline Coupling Circuit. Dermed kan LonBuilder innføre applikasjonen til kontrolleren etter at programmet er kompilert.



Figur 4.16: Oppsett for implementering, installering og uttesting av kontrolleren

For å simulere luminansmetrets spenningssignal ble det benyttet en likeretter med variabel DC-output. Spenningssignalet tilsvarende en gitt luminans finnes ved formelen: $U=1,25 \cdot L$ [1]. Ved å kontrollere spenningen med voltmetret kunne dermed luminansmetrets funksjon simuleres.

4.5.1 Nytt grunnlag for styringsprogrammet

Etter å ha kompilert programmet i LonBuilder, og installert det i kontrolleren, så ble det opprettet et testanlegg i LonMaker. Her ble kontrolleren installert sammen med en Multiluxarmatur på 70 Watt. Denne skulle benyttes for å kontrollere virkningen til kontrolleren på systemet.

Ved å benytte ”browser”-funksjonen i LonMaker, som gjør at man kan se alle variablene og konfigurasjonsparametrene til en valgt node, kunne variablene overvåkes og konfigurasjonene endres. Ved å gjøre dette ble funksjonen til kontrolleren sjekket. Kontrolleren fungerte som styringsenhet for systemet, men der var enkelte feil og mangler. Kontrolleren reagerte ikke på spenningssignalet som simulerte luminansmetret, og pådraget endret seg hvert femte sekund, noe som er for hurtig. En revurdering av programkoden var derfor nødvendig.

Etter å ha sett gjennom programmet ble det funnet at den analoge inngangen som var definert der var for ”strømversjonen” av kontrolleren. En grundig leting igjennom det som kunne finnes av ”nc-filer”, som er den typen programmene er av, ble programmet med spenningsvarianten av analoginngangen funnet. Dette var også vesentlig nyere enn det programmet som var grunnlaget for det nye programmet. Resultatet ble derfor en vesentlig omskrivning.

4.5.2 Uttesting av styreprogrammet på lab

Det reviderte nye programmet ble på ny kompilert i LonBuilder, og installert i kontrolleren. Deretter ble kontrolleren reinstallert i kretsen i LonMaker. Noe som umiddelbart ble lagt merke til var at en del av verdiene til variablene (nv) og konfigurasjonsvariablene (nc) hadde en merkelig verdi. Dette har å gjøre med overgang fra heksadesimale tall. Figur 4.17 viser konfigurasjonsparametrene med tilhørende verdier fra LonMaker og reelle verdier. Luminanskravene (i tabellen: -LumDem-, -LumDm-) er definert i programmet som i veinormalen, og det betyr at de verdiene fra LonMaker tilsvarer disse.

Tabell 4.1: Sammenligning av verdier

Parametere	Verdi i LonMaker	Reell verdi [cd/m ²]
nciVMMLumDem1, nciQueueLumDmVMM	1,244	0,50
nciQueueLumDmVUM, nciVUMLumDem1	2,238	0,75
nciVMMLumDem2, nciVUMLumDem2, nciGLumDem1	3,232	1,00
nciVUMLumDem3, nciGLumDem2	5,220	1,50

Forskjellen i luminans som kreves i forhold til kravene før pådraget endres, ”nciLumDelta”, har i LonMaker verdien 0,150, og det er det samme som den reelle verdien. Videre er denne verdien referert til som deltaverdien. Figur 4.17 viser alle variablene og konfigurasjonsparametrene med tilhørende verdier for kontrolleren fra LonMakers ”browser”-funksjon. Dette er kun ment som en oversikt, og en forklaring på parametrene gis i velegg B.



Subsystem	Device	Functional Block	Network Variable	Config Prop	Mon	Value
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciAstro		N	SC_RECALL 1
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciCalibLow		N	0,0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciCalibration		N	1000/1000
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciCarLightLevel		N	31,64
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciFogLightLevel		N	50,0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciGLumDem1		N	3,232
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciGLumDem2		N	5,220
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciLightLow		N	25,0 0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciLumDelta		N	0,150
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciNrOfSampels		N	0,60
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciPulsPerkWh		N	2,128
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciQueueLumDmVMM		N	1,244
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciQueueLumDmVUM		N	2,238
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciQueueSpeedLim		N	30
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciRoadType		N	0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciStepValue		N	5,0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciTimerContrSec		N	0,1
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciTimerDelaySec		N	2,88
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciTimerEnrgySec		N	14,16
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciVMMlumDem1		N	1,244
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciVMMlumDem2		N	3,232
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciVUMlumDem1		N	2,238
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciVUMlumDem2		N	3,232
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nciVUMlumDem3		N	5,220
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nviAstroSched		N	SC_RECALL 0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nviOFF		N	0,0 0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nviON		N	0,0 0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nviTrafficDens		N	20,0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nviTrafficSpeed		N	80
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nvoEnergyLastHr		N	0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nvoEnergyTotal		N	0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nvoLampPrio		N	100,0 1
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nvoLumDemand		N	5,220
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nvoLuminance		N	0,0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nvoOFFpriority		N	0,0 0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nvoONpriority		N	0,0 0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nvoQueueInd		N	0,0 0
Subsystem 1	PCU	Func Block 1	nvoVisibilityInd		N	0,0 0

Figur 4.17: Browser-vinduet til kontrolleren

Spennings-signalet som simulerte luminansmetret ble koblet inn, og signalet viste at luminanskravene i LonMaker stemte med reelle krav. Dette ble funnet ved å benytte formelen for omregning av luminansmetrets spennings-signal, $U=1,25*L$, og å sammenligne DC-signalet og verdien i LonMaker med kravene.

Når anlegget ble igangsatt, gikk "nvoONpriority"=1, og pådraget ble da fastlåst på 100 %. Etter ti minutter, som er tiden timeren er satt til, ble "nvoONpriority"=0, og pådraget var da ikke lenger låst. Ved å tilføre et DC-signal som tilsvarte en høyere luminans enn luminanskravet pluss deltaverdien resulterte det i en reduisering av pådraget på 5 %. Størrelsen på denne endringen av pådraget er bestemt av "nciStepValue".

Med de innstillingene som er i programmet i utgangspunktet blir luminansen samlet 60 ganger over et minutt, og et snitt av denne luminansen (for høye enkeltmålinger fjernes) gir resultatet systemet benytter seg av. Etter et minutt, og dersom luminansen ble simulert for høy i forhold til kravene pluss deltaverdien, så ble pådraget redusert ett steg. Dersom luminansen ble simulert til en verdi innenfor kravet pluss/minus deltaverdien så ble pådraget stående

uendret ved neste luminansregistrering i kontrolleren. Ved å simulere luminansen til en verdi under luminanskravet minus deltaverdien, ble pådraget til armaturene økt.

Ved å simulere luminansen som for høy, fortsatte systemet å redusere pådraget ved hver sampling. Dette ble kontrollert (i tillegg til å overvåke "nvoLampPrio") ved å måle effekten lampenoden trakk, og endringen av pådraget kunne ses igjen her. Når pådraget kom ned til 50 %, og luminansen fremdeles ble simulert som for høy skulle den nye defineringen av en minimumsverdi for lampepådraget føre til at lampene ble slukket. Dette skjedde også i forsøkene, og slukkingen medførte at av-prioriteten ble aktivert.

Videre ble overstyringsfunksjonene "nviON" og "nviOFF" testet. Det ble også kontrollert at alle de forskjellige luminanskravene ble aktivert når de skulle. Veitype endres ved å sette "nciRoadType" som Tabell 4.2 viser.

Tabell 4.2: Setting for veitypene

Gjeldende veitype	nciRoadType
Vei med midtdeler (VMM)	1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
Vei uten midtdeler (VUM)	0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
Gate (G)	0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

Trafikktettheten ble endret ved å sette inn verdier i "nviTrafficDens". Dette førte til at kravene endret seg som de skulle etter veitypen og trafikktettheten. Ved å endre hastigheten til under 30 km/t ble "køindeksen" aktivert, og "køkravet" gjeldende når veitypen var VMM eller VUM med tilhørende verdi.

De forskjellige egenskapene til programmet var nå testet i laben, og programmet fungerte tilsynelatende sånn som det skulle. Det ble derfor besluttet å teste videre i et av anleggene i Osloområdet for en fullskala uttesting.

4.6 Uttesting av styreprogrammet i testanlegg

Etter å ha testet styreprogrammet i lab, var det ønskelig å få kjørt det i et av testanleggene i Osloområdet. Dessverre ble dette litt utsatt på grunn av ferieavvikling i Luminext, som er det nye navnet på Kongsberg Analogic. Men etter mye om og men skulle programmet installeres rett før påske, 23/3-07. Variablene skulle logges, og dermed kunne systemet kontrolleres i etterkant. Ved hjelp av energimålinger og sammenligning i forhold til fotocelledrift skulle også energibesparelsen til systemet kunne vurderes.

Etter påske ble det igjen opprettet kontakt for å få tilgang til loggingsresultatene. Det tok også nå tid å få kontakt, men loggingen skulle skje kontinuerlig så det skulle bare bety en opphopning av resultater. Når kontakten igjen ble opprettet med kontakten i Luminext kunne han informere om at det ikke så ut som at kontrolleren sendte data. Etter hektisk vurdering av programmet ble det ikke funnet feil som kunne forklare dette. Svaret ble derimot funnet til å være at kontrolleren stod som "offline" i systemet. Etter å ha endret statusen til "online" virket kontrolleren. Dette medførte derimot at ingen data var blitt logget. I og med at det nå var mai, ble det besluttet å teste programmet uten energivurderinger. På denne tiden av året er driftstiden liten, og måleperioden ville uansett bli kort.

For å kunne lese noe fornuftige resultater ut av loggingsresultatene ble det foretatt logging av variablene for på- og avprioritet, luminansnivå og lampeprioritet. Resultatene viser da hvordan systemet reagerer på endring i luminansnivået. Ved oppstart settes påprioriteten til en, og den holdes slik til systemet har stabilisert seg. Dette er som utgangspunkt satt til ti minutter. Etter dette er normalt (i hvert fall på denne årstiden) belyningsnivået for høyt, og anlegget reguleres ned til det ligger innenfor grensene som er satt. Figur 4.18 viser deler av loggen fra oppstarten av systemet den 31. mai. Over selve loggen er eksempler med forklaring av de viktigste elementene. Eksempler fra loggen er lagt i vedlegg H.

Dato og klokkeslett	Navn på nettverksvariabel	Påprioriteten nullstilt
2007-05-31T22:13:18.725+02:00	"NVL_nvIOnpriority"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "OFF", "0.0 0", "255"
2007-05-31T22:14:18.105+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "95.0 1", "255"
2007-05-31T22:14:18.615+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "7 e8", "255"
		Lampeprioritet satt til 95 % Luminansnivå i heksadesimal
2007-05-31T22:01:28.545+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "e 3c", "255"
2007-05-31T22:02:28.455+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "e 4c", "255"
2007-05-31T22:03:19.285+02:00	"NVL_nvIOnpriority"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "ON", "100.0 1", "255"
2007-05-31T22:03:19.575+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "ON", "100.0 1", "255"
2007-05-31T22:11:18.395+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "9 fb", "255"
2007-05-31T22:12:18.265+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "9 f6", "255"
2007-05-31T22:13:18.575+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "8 eb", "255"
2007-05-31T22:13:18.725+02:00	"NVL_nvIOnpriority"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "OFF", "0.0 0", "255"
2007-05-31T22:14:18.105+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "95.0 1", "255"
2007-05-31T22:14:18.615+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "7 e8", "255"
2007-05-31T22:15:18.025+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "90.0 1", "255"
2007-05-31T22:15:18.625+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "7 80", "255"
2007-05-31T22:16:17.915+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "85.0 1", "255"
2007-05-31T22:16:18.225+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "7 81", "255"
2007-05-31T22:17:17.825+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "80.0 1", "255"
2007-05-31T22:17:19.165+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "7 17", "255"
2007-05-31T22:18:17.695+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "75.0 1", "255"
2007-05-31T22:18:17.825+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "6 c", "255"
2007-05-31T22:19:17.605+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "6 58", "255"
2007-05-31T22:20:17.525+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "5 f2", "255"
2007-05-31T22:21:17.845+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "5 ad", "255"
2007-05-31T22:22:17.695+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "80.0 1", "255"
2007-05-31T22:22:17.835+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "5 2e", "255"
2007-05-31T22:23:17.235+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "85.0 1", "255"
2007-05-31T22:23:17.375+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "4 c2", "255"
2007-05-31T22:24:17.515+02:00	"NVL_nvILampPrio"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "90.0 1", "255"
2007-05-31T22:24:17.805+02:00	"NVL_nvILuminance"	"iLON100/NVL/dynamic", "1.24", "AL_NO_CONDITION", "4 6a", "255"

Figur 4.18: Eksempel på log ved oppstart

Ser at ved deaktivering av på-overstyringen, så synker pådraget raskt til 75 %. Her holder det seg en stund til det ikke lenger er tilstrekkelig. Da økes pådraget igjen. Oppstarten fungerer i dette tilfellet bra, men det har vært enkelte dager det ikke har fungert like bra. Dette blir omtalt senere.

Om morgenen når den naturlige belysningen er stigende reduseres pådraget, og etter hvert slås armaturene av. Figur 4.19 viser loggen fra en sånn avslutningssekvens. Luminansnivået har økt så mye at nedregulering av pådraget igangsettes. Ser at pådraget reduseres etter hvert til 50 %. Her kommer det nydefinerte minimale lampenivået inn.

```

2007-06-01T04:22:43.345+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","a 19",,"255"
2007-06-01T04:23:42.715+02:00,"NVL_nvLampPrrio","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","60.0 1",,"255"
2007-06-01T04:23:42.845+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","b 5a",,"255"
2007-06-01T04:24:42.625+02:00,"NVL_nvLampPrrio","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","55.0 1",,"255"
2007-06-01T04:24:42.975+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","c 12",,"255"
2007-06-01T04:25:42.525+02:00,"NVL_nvLampPrrio","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","50.0 1",,"255"
2007-06-01T04:25:42.695+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","ae",,"255"
2007-06-01T04:26:42.445+02:00,"NVL_nvIOFFprio",,"iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,"ON",,"100.0 1",,"255"
2007-06-01T04:26:42.605+02:00,"NVL_nvLampPrrio","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,"OFF",,"0.0 0",,"255"
2007-06-01T04:26:42.735+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","c e4",,"255"
2007-06-01T04:28:42.625+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","d b",,"255"
2007-06-01T04:29:42.505+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","d 3c",,"255"
2007-06-01T04:30:42.045+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","d 8a",,"255"
2007-06-01T04:31:42.315+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","e 59",,"255"
2007-06-01T04:32:41.885+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","e c4",,"255"
2007-06-01T04:36:41.635+02:00,"NVL_nvIOFFprio",,"iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,"OFF",,"0.0 0",,"255"
2007-06-01T04:38:41.255+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","e c1",,"255"
2007-06-01T04:39:41.185+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","e 89",,"255"
2007-06-01T04:40:41.085+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","e 88",,"255"
2007-06-01T05:12:38.015+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","e 59",,"255"
2007-06-01T05:13:37.945+02:00,"NVL_nvLuminance","iLON100/NVL/dynamic","1.24","AL_NO_CONDITION",,","e 4c",,"255"

```

Figur 4.19: Eksempel på log ved avslutning

Etter at når lampenivået er kommet ned til 50 %, og luminansnivået fremdeles er for høyt slås lampene helt av. Den nye defineringen av minimalt lampenivå fungerer altså, og etter at avprioriteten er nullstilt er det ikke noen problemer med for lave luminansnivåer. Dette gjelder for samtlige dager med logging.

4.7 Problem funnet i uttestingen

Det er spesielt en ting som det har blitt lagt merke til ved vurderingen av resultatene fra logfilene. Ved oppstart av anleggene ble det enkelte dager ikke raskt nok mørkt. Det vil si at etter at på-overstyringen blir nullstilt, hendte det at luminansen var for høy selv når armaturene var dimmet ned til 50 % pådrag. Det resulterte i at armaturene ble slått av. Av-overstyringen kommer så inn. Etter at denne igjen er nullstilt vil systemet igjen registrere en for lav luminans, og anlegget vil slå seg på. Dette problemet har ikke forekommet flere ganger på en natt.

Etter å ha undersøkt dette problemet har det kommet frem at det også tidligere har vært et problem i sommermånedene. Det kommer av at det i denne perioden av året er lang skumring på disse breddegrader. Problemet resulterer i et ustabil system i denne perioden, og anlegget kan også ha for lav luminans i perioden når av-overstyringen er aktiv. Det har tidligere også kommet inn klager på at lyset i anlegget har variert. Dette bør derfor undersøkes videre, og det bør være en del av vurderingene som gjøres under videre målinger på anlegget.

En enkel løsning på dette problemet er å øke den innstilte tiden på-overstyringen er aktiv. Denne løsningen krever ingen omprogrammering, kun en endring av settingene i kontrolleren. Problemet med dette er at anlegget vil bruke unødvendig stor effekt i denne perioden. Dersom anlegget ikke skal endres til gitte tider av året vil denne endringen også ha innvirkning resten av året. En annen løsning som ikke krever omprogrammering er å endre deltaverdien til luminansen. Det vil si at det godtas en større "luminanskorridor" rundt kravet. Dette vil derimot føre til et tregere system.

5 MÅLING AV ELEKTRISKE FORHOLD VED VEILYSARMATURER

I løpet av våren 2007 har det blitt utført en rekke målinger på armaturer både i laboratoriesammenheng og ute i reelle veilysanlegg. Dette har som hensikt å dokumentere effektforbruk under kontrollerte forhold på laboratoriet, og under ”naturlige” forhold ute i anlegg.

5.1 Armaturmålinger på lab

For å vurdere effektforbruket til forskjellige armaturer er det foretatt målinger på enkelte armaturer på lab. I laboratoriet er det mulig å endre på spenningsforholdene. Det vil si mens det i reelle anlegg kun kan måles på de eksisterende forhold, kan forholdene her varieres, og effekten av dette registreres.

Det har blitt foretatt målinger på armaturer med både elektronisk og konvensjonelt forkoblingsutstyr. Med konvensjonelle og elektroniske armaturer refererer dette til typen forkoblingsutstyr. Resultatene av disse målingene gir visse indikasjoner om hvordan større anlegg vil fungere. Målingene kan også ses i sammenheng med målinger gjort i [1]. Forsøkene er gjort på rom E-320 i elektrobygget på NTNU Gløshaugen.

Det ble testet to armaturer med konvensjonell forkobling. En Philips SGS 203/150 TG fra 1986, og en Helvar NK 150 T. Disse blir videre referert til som henholdsvis konvensjonell Philipsarmatur og konvensjonell Helvararmatur. I tillegg ble det testet intelligente armaturer fra Philips og Multilux med elektronisk forkobling. Armaturene på 150 Watt ble testet med høytrykknatriumspærer av typen en Philips SON-T Plus 150 W og Osram Vialox NAV-T 150 W. Til å foreta målingene ble det benyttet en Fluke Power Analyser, som i tillegg til å måle spenning, strøm og effekt gir effektfaktor, $\cos \phi$, reaktiv effekt, tilsynelatende effekt og analyse av overharmoniske strømmer. I tillegg ble det koblet inn et ekstra Amperemeter for kontrollmåling av strømmen. Mer om målingene med armaturinformasjon og liste over utstyret som ble benyttet og måleresultatene finnes i vedlegg C.

For å se på hvilken påvirkning spenningen har på de ulike armaturene ble det benyttet en variac. Det ble i første omgang foretatt målinger i spenningsrommet mellom 200 og 250 Volt. Etter senere å ha funnet spenninger i reelle anlegg i Trondheim på godt under 200 V ble det foretatt nye målinger med spenninger mellom 170 og 250 Volt (noen kun til 230 Volt). Målingene er tatt med sprang på 10 Volt, og det er ved innstilling av spenningen godtatt en variasjon på +/- 0,5 Volt fra det aktuelle punktet. Det blir først sett på målingene mellom 200 og 250 Volt, mens de utvidede målingene blir sett på for seg selv. Minste tenn- og driftspenninger for de aktuelle armaturene blir også fastslått.

5.1.1 Laboratoriemålinger på armaturer med konvensjonelt forkoblingsutstyr

Med konvensjonelt forkoblingsutstyr menes forkobling med reaktor i serie med selve lampen. I tillegg er det et tennapparat, som gir en høyfrekvent høy spenning over lampen for å ionisere xenongassen i utladningsrøret [3]. Det er også en kondensator i forkoblingen for å forbedre effekt faktoren. Det er derimot ikke noe elektronisk utstyr for å forbedre driftsforholdene til lampen.

Resultatene av disse forsøkene viste ikke overraskende store forskjeller på armaturer med konvensjonell og elektronisk forkoblingsutstyr. De konvensjonelle er spenningsavhengige i stor grad ettersom både effekt og lysfluksen endres med spenningsnivået. Lysfluksen er ikke målt her, men variasjoner kan ses visuelt ved større spenningsvariasjoner. Målinger i blant annet [1] viser denne sammenhengen.

Tabell 5.1 viser målingene for effekt, strøm og effektfaktor for Helvararmaturen og med de to lyskildene. Tabell 5.2 viser tilsvarende for den konvensjonelle Philipsarmaturen. Det ses ikke noen radikale forskjeller mellom lyskildene. Osram NAV-T trekker noe mer enn Philips SON-T i Helvararmaturen, men det er motsatt i Philipsarmaturen. Men disse forskjellene er ikke store. Effektfaktoren er forholdsvis konstant. Tendensen er generelt en noe økende effektfaktor ved økende spenning. Dette kan ses i sammenheng med at selv om den reaktive effekten er økende med økende spenning, så øker den forholdsvis mindre enn den aktive effekten. Philipsarmaturen har dårligere effektfaktor enn Helvararmaturen. Desto lavere effekt faktoren er desto mer strøm vil armaturen trekke i forhold til effekten. En høy effektfaktor er derfor viktig for å redusere tap i overføringen.

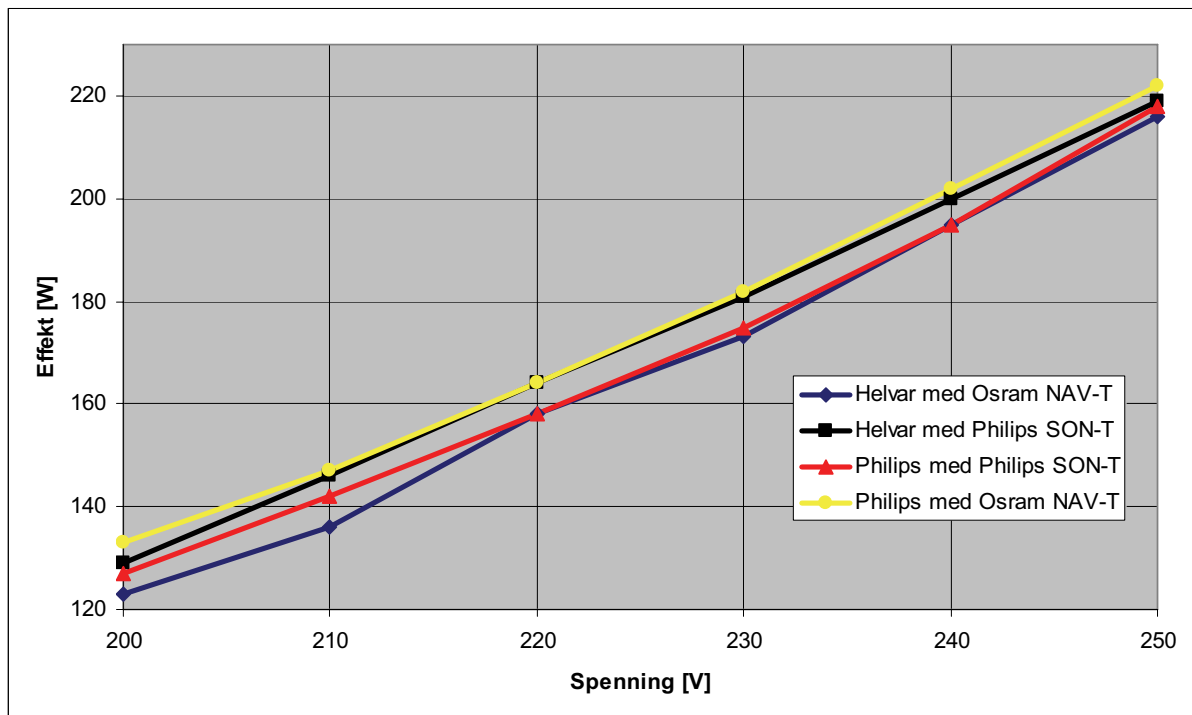
Tabell 5.1: Målinger på konvensjonell Helvararmatur

Spenning [V]	Osram NAV-T			Philips SON-T		
	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
200	123	688	0,93	129	692	0,93
210	136	699	0,93	146	740	0,94
220	158	771	0,93	164	784	0,95
230	173	817	0,92	181	826	0,95
240	195	870	0,94	200	871	0,95
250	216	924	0,94	219	923	0,95

Tabell 5.2: Målinger på konvensjonell Philipsarmatur

Spenning [V]	Osram NAV-T			Philips SON-T		
	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
200	133	842	0,79	127	837	0,76
210	147	885	0,79	142	887	0,76
220	164	928	0,8	158	932	0,77
230	182	965	0,82	175	973	0,78
240	202	1010	0,84	195	1052	0,78
250	222	1044	0,85	218	1096	0,8

For lettere å se effektens spenningsavhengighet er det opprettet en figur. Figur 5.1 viser denne sammenhengen for denne første måling av de konvensjonelle armaturene. Det kan ses en tilsynelatende lineær sammenheng mellom effekt og spenning. Merkeeffekten på 150 Watt oppnås etter grafene mellom 212 og 217 Volt. Ved merkespenning, 230 Volt, trekker armaturene mellom 173 og 182 Watt. Dette er avhengig av forkobling og lyskilde, og er henholdsvis 1,15 og 1,21 ganger mer enn merkeeffekt.



Figur 5.1: Spenningsavhengighet konvensjonell armatur (tekst på formen: *armatur med lyskilde*)

Utvidet spenningsområde

Ved å utvide spenningsområdet var det meningen å se om en lavere spenning ville medføre uforutsette konsekvenser. Ettersom det var funnet spenninger i reelle anlegg godt under 200 Volt, så var det relevant å foreta nye utvidede målinger. Disse utvidede målingene kunne i tillegg til å oppdage eventuelle trender ved lave spenninger også benyttes som kontrollmålinger av de tidligere målingene. Målingene som ble tatt viste tendens til at effekten nå lå noe under det de tilsvarende målingene viste sist. Innstillingene på måleinstrumentet ble kontrollert, men de var som de skulle. Batteriet i strømtanga ble også byttet for å sjekke om det kunne ha en innvirkning, men målingene forble uforandret. Hva det var som ga lavere effektforbruk er uvisst. Dette kan være en feilmargin. Det er benyttet det samme utstyret ved begge målingene, men det er altså en endring som ligger i størrelsesordenen 2-3 %.

Tabell 5.3 viser målingene for effekt, strøm og effektfaktor for Helvararmaturen med de to forskjellige lyskildene. Tabell 5.4 viser tilsvarende for den konvensjonelle Philipsarmaturen. I forhold til det som ble funnet i de første målingene er det ikke større overraskelser her. Selv om spenningen synker godt under 200 Volt blir det ikke radikale endringer i verken effekt eller effektfaktor. Det er tilsynelatende mindre forskjeller mellom lyskildene i disse målingene.

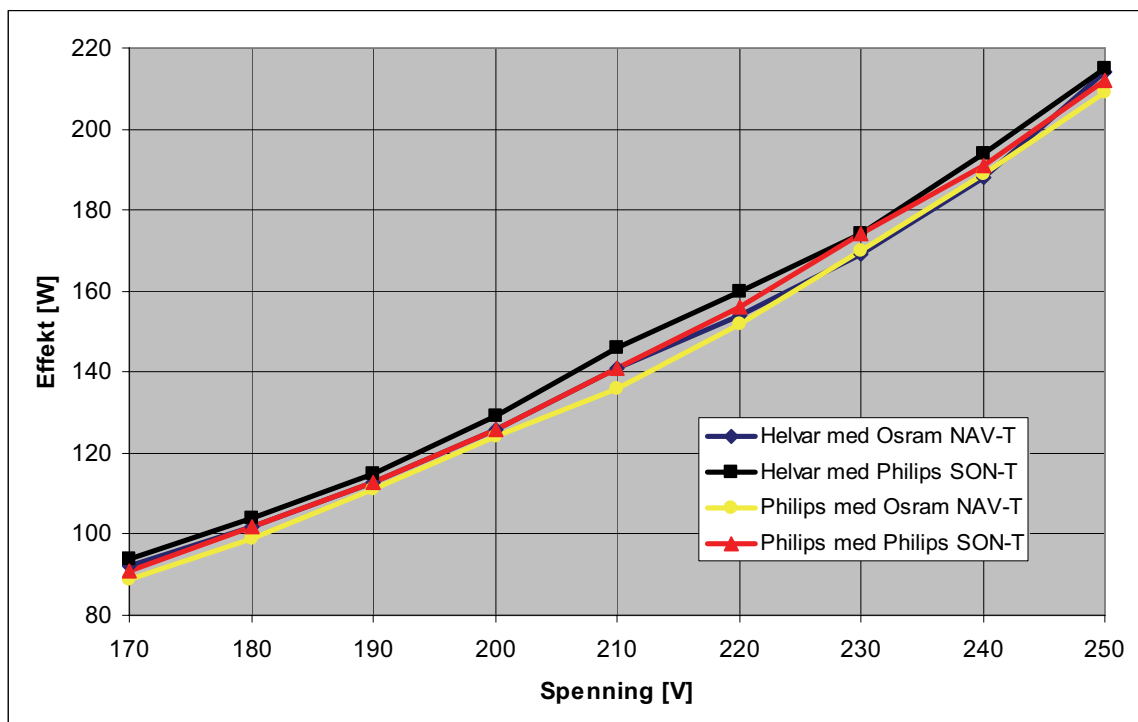
Tabell 5.3: Utvidede målinger på konvensjonell Helvararmatur

Spenning [V]	Osram NAV-T 150 W			Philips SON-T 150 W		
	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
170	92	587	0,92	94	589	0,93
180	102	617	0,92	104	622	0,93
190	113	649	0,92	115	654	0,93
200	126	684	0,92	129	688	0,94
210	141	720	0,93	146	731	0,95
220	154	756	0,93	160	768	0,95
230	169	798	0,93	174	807	0,94
240	188	848	0,93	194	858	0,94
250	214	904	0,94	215	912	0,94

Tabell 5.4: Utvidede målinger på konvensjonell Philipsarmatur

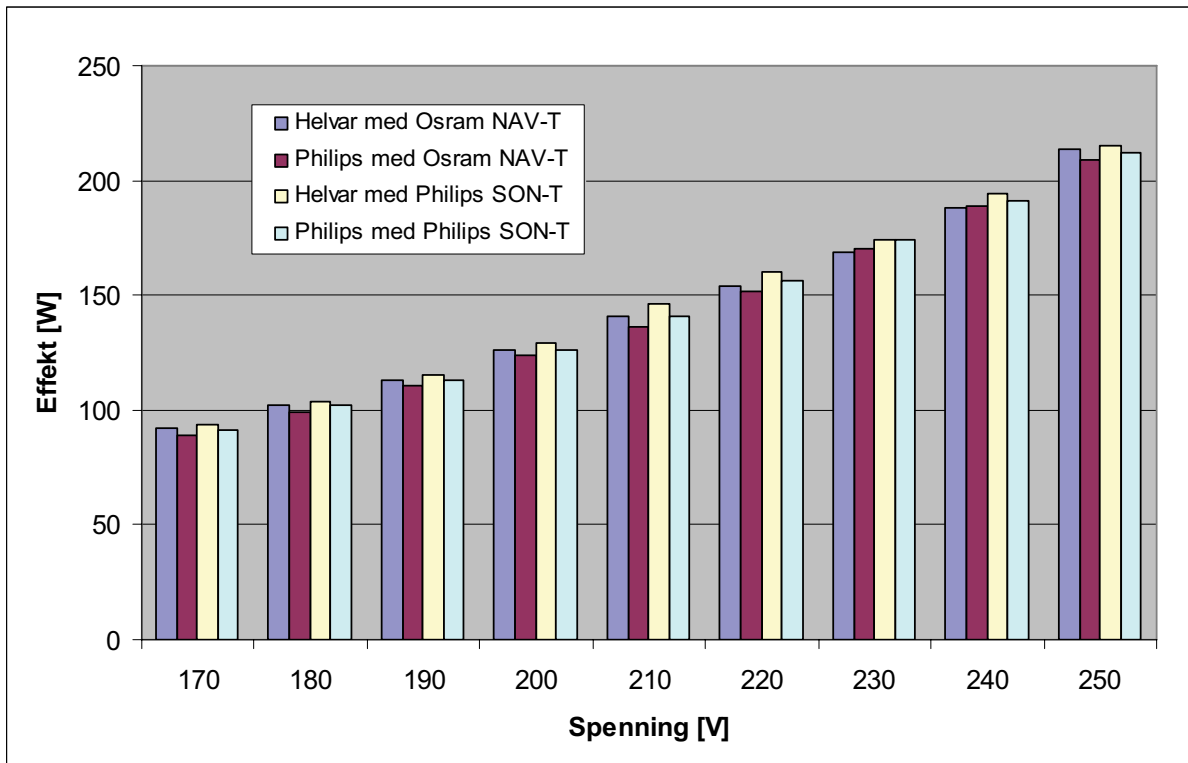
Spenning [V]	Osram NAV-T 150 W			Philips SON-T 150 W		
	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
170	89	676	0,78	91	670	0,8
180	99	718	0,77	102	715	0,79
190	111	766	0,76	113	757	0,79
200	124	805	0,76	126	796	0,79
210	136	854	0,76	141	840	0,79
220	152	899	0,77	156	878	0,81
230	170	932	0,79	174	914	0,83
240	189	980	0,8	191	962	0,83
250	209	1031	0,81	212	1012	0,84

Figur 5.2 viser effektkurver for de utvidede målingene. Kurvene er også her relativt lineære, men en liten konveks tendens ses. Merkeeffekten oppnås mellom 213 og 219 Volt. Ved merkespenning, 230 Volt, trekkes mellom 169 og 174 Watt, noe som er henholdsvis 1,13 og 1,16 ganger merkeeffekten. Dette er som nevnt noe under de første målingene.



Figur 5.2: Spenningsavhengighet konvensjonelt armatur (150 W), utvidet spenningsområde

Figur 5.3 viser effektmålingene som søyler i hvert punkt. Det ses at den differansen som er mellom armatur og lyskilde ikke er stor.



Figur 5.3: Spenningsavhengighet konvensjonelt armatur (150 W), utvidet spenningsområde

I forbindelse med disse utvidede målingene ble det som nevnt også testet minste tenn og driftsspenning. Tennspenningen ble funnet ved å sakte øke spenningen til lampene tentes. Dette punktet er da minste tennspenning. Etter at lampen er blitt stabilisert ble spenningen senket igjen, og spenningen ble igjen registrert i det punkt lampene slukker. Dette punktet er da minste driftsspenning. Tabell 5.5 viser disse punktene for Helvararmaturen og den konvensjonelle Philipsarmaturen. Det gjennomgående er at tennspenningen er vesentlig høyere enn driftsspenningen. Dette er naturlig siden det kreves ekstra potensiale for å få ionisert og varmet opp gassen. Det som ikke er like lett å skjønne er hvorfor det er så stor forskjell på de to lyskildene for Helvararmaturen.

Tabell 5.5: Målinger av minste tenn- og driftsspenning, konvensjonelle armaturer

Armatur	Osram NAV-T		Philips SON-T	
	Tennspenning [V]	Driftsspenning [V]	Tennspenning [V]	Driftsspenning [V]
Helvar konvensjonell	100	35	168	110
Philips konvensjonell	183	124	183	109

5.1.2 Elektronisk forkoblingsutstyr

Elektronisk forkobling har den fordel i forhold til konvensjonell forkobling at den leverer en fast spenning til lyskilden uansett nettspenning (innenfor visse grenser). Dette gjøres ved hjelp av elektroniske omformere. Ved å gjøre det sikres jevn lysfluks fra lyskilden uavhengig av spenningen. Dette er derimot kun innenfor visse grenser, og det viser våre utvidede tester. Det er i disse testene benyttet armaturer som i tillegg til å være elektroniske, inneholder intelligente komponenter som kan styre dimming og kommunisere over et medium. Mediet er for disse armaturene powerline, altså strømmettet. Etersom armaturene kan dimmes er det foretatt noen tester med dimming for å se hvilke endringer det gir på resultatene.

Resultatene av målingene viser ikke overraskende at mellom 200 og 250 Volt, så holdes effekten så godt som konstant. Tabell 5.1 viser effekt, strøm og effektfaktor for et Philipsarmatur ved 100 %, 50 % og 20 % pådrag. Det ses at effekten er bortimot konstant i de tre tilfellene. Effektfaktoren er noe synkende ved økende spenning og redusert pådrag. At effektfaktoren blir sånn kan sees igjen på den reaktive effekten. Den er noe økende ved økende spenning. Derimot holder den seg bortimot konstant når pådraget reduseres. Dette kan også ses i målingene for testanlegget i Høgskoleringen.

Tabell 5.6: Målinger på Philips intelligent elektronisk 150 Watts armatur

<i>Osram NAV-T 150 W</i>				<i>Philips SON-T 150 W</i>		
100 % pådrag						
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
200	177	891	0,99	177	892	0,99
210	177	848	0,99	177	847	0,99
220	177	810	0,99	177	808	0,99
230	176	773	0,99	176	774	0,99
240	176	743	0,99	176	744	0,99
250	176	713	0,99	176	714	0,99
50 % pådrag						
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
200	116	586	0,99	116	585	0,99
210	116	560	0,99	116	559	0,99
220	116	536	0,98	115	534	0,98
230	116	513	0,98	115	513	0,98
240	116	494	0,98	115	492	0,98
250	115	475	0,97	115	474	0,97
20 % pådrag						
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
200	65	336	0,96	65	335	0,96
210	65	323	0,96	65	321	0,96
220	65	311	0,95	65	309	0,95
230	65	299	0,95	65	297	0,94
240	65	289	0,94	65	288	0,94
250	65	280	0,93	65	279	0,93

Målingene for Multilux 150 Watts armatur gir samme tendenser for effekt og effektfaktor. Tabell 5.7 viser effekt, strøm og effektfaktor for denne armaturen med 100 % pådrag. Det ble ikke klart å opprette kommunikasjon med denne armaturen, og derfor ble det ikke testet ved andre pådrag enn 100 %. Det kan ses også her en liten reduksjon i effekten ved økende

spenning. Det kan også ses en noe lavere effekt ved Philips SON-T lyskilden enn Osram NAV-T. Men disse forskjellene er ikke markante.

Tabell 5.7: Målinger for Multilux intelligent elektronisk 150 Watts armatur (kun 100 % pådrag)

Spenning [V]	<i>Osram NAV-T 150 W</i>			<i>Philips SON-T 150 W</i>		
	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
200	178	894	1	175	882	1
210	177	844	1	174	834	1
220	176	801	1	174	797	1
230	177	769	1	172	754	1
240	176	738	1	172	720	1
250	175	710	0,99	172	691	0,99

Det ble også foretatt målinger på en Multilux 70 Watts armatur både ved 100 % og 50 % pådrag. Tabell 5.8 viser disse målingene for effekt, strøm og effektfaktor. Også her er det veldig liten spenningsavhengighet på effekten og effektfaktoren. Og også i dette tilfelle tyder resultatene på at den reaktive effekten er noe økende ved økt spenning, og tilsvarende for 50 % pådrag som 100 % pådrag.

Tabell 5.8: Målinger for Multilux intelligent elektronisk 70 Watts armatur med Philips Master SON-T

Spenning [V]	100 % pådrag			50 % pådrag		
	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
200	85	429	0,99	46	234	0,97
210	85	409	0,99	45	224	0,97
220	86	394	0,99	45	214	0,96
230	84	372	0,99	45	206	0,96
240	84	356	0,99	45	198	0,96
250	84	341	0,99	46	191	0,95

Utvidede målinger

Ettersom elektronisk forkoblingsutstyr i utgangspunktet leverer en konstant spenning til lyskilden ble det i de utvidede testene sett på med spenning hvor langt ned denne spenningen kunne opprettholdes. Om effekten ved et punkt ble kuttet eller om det ble en gradvis nedgang var også et spenningsmoment.

Tabell 5.9 viser de utvidede målingene for effekt, strøm og effektfaktor for den intelligente Philipsarmaturen. Ettersom målingene ble utført fra 250 Volt og nedover var det første som ble lagt merke til, og som de utvidede målingene for de konvensjonelle armaturene også viste, en lavere armatureffekt nå i forhold til de forrige målingene. Denne reduksjonen er ikke større enn 2-3 %, og det legges derfor ikke mer vekt på det. Hovedpoenget i disse målingene var å se på virkningen av spenninger under 200 Volt. Det som ses her er at armaturen allerede ved 190 Volt ikke klarer å holde effekten konstant. Allerede her faller effekten med over 20 Watt som er over 10 %. Ned til 180 Volt faller effekten enda mer drastisk. Over 40 Watt er fallet i dette spenningsområdet, og tilsvarende er det videre ned til 170 Volt. Effektfaktoren får derimot ikke noen store endringer selv om spenningen blir lav.

Tabell 5.9: Utvidede målinger for Philips intelligent elektronisk 150 Watts armatur

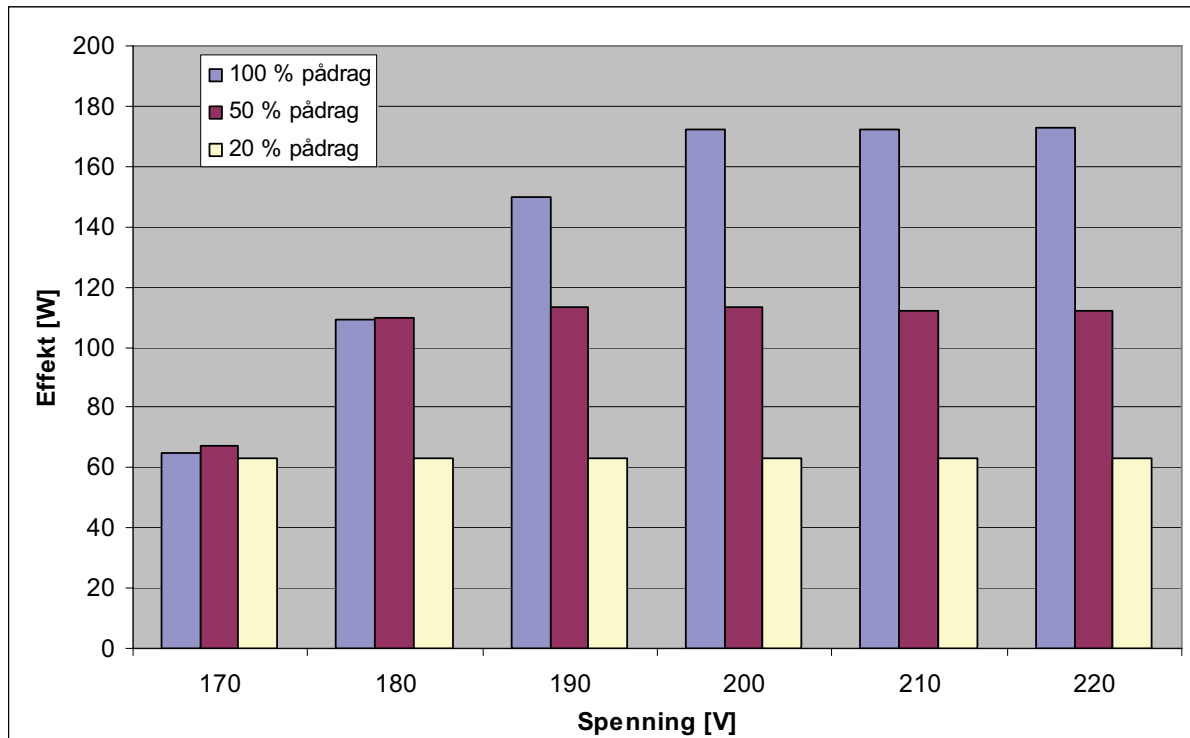
Spenning [V]	Osram NAV-T 150 W			Philips SON-T 150 W		
	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
170	65	387	0,98	66	402	0,98
180	109	610	0,99	109	609	0,99
190	150	796	0,99	151	799	0,99
200	172	864	0,99	173	868	0,99
210	172	821	0,99	172	826	0,99
220	173	793	0,99	172	788	0,99
230	173	758	0,99	172	754	0,99
240	172	726	0,99	172	722	0,99
250	172	699	0,99	171	694	0,99

Det ble også i forbindelse med de utvidede målingene testet effekten av lavere spenning med neddimmet armatur. Tabell 5.10 viser neddimmet Philipsarmatur til henholdsvis 50 % og 20 % pådrag. Det som ses av disse målingene er at armaturen tåler lavere spenning ved lavere pådrag uten at effekten endres. Ved 50 % pådrag skjer nesten ingen endring i effekten før 180 Volt. Ved 20 % pådrag ses ingen effektendring selv med spenning helt nede i 170 Volt.

Tabell 5.10: Utvidede målinger for dimmet Philips intelligent elektronisk med Osram NAV-T 150 Watt

Spenning [V]	50 % pådrag			20 % pådrag		
	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
170	67	400	0,98	63	380	0,98
180	110	612	0,99	63	360	0,98
190	113	599	0,99	63	342	0,97
200	113	570	0,99	63	327	0,97
210	112	544	0,99	63	313	0,96
220	112	521	0,98	63	301	0,95

Figur 5.4 viser denne forskjellen i atferd i forhold til pådrag og spenning. En positiv ting som dette viser er at selv med neddimmede armaturer ser det ikke ut til at disse slukker ved høyere spenning enn armaturer med fullt pådrag. Det fører igjen til at det ikke vil være problematisk å dimme lamper i områder med lav spenning. Dette vil heller kunne være positivt ettersom spenningen da vil kunne stige i resten av anlegget som følge av lavere strømmer.



Figur 5.4: Spenningsavhengighet ved lave spenninger for Philips intelligent elektronisk armatur

Videre ble også denne armaturen testet i forhold til minste tenn- og driftspenning. De ble funnet til henholdsvis 183 og 160 Volt for Osram NAV-T og 183 og 157 Volt for Philips SON-T. Her ses altså ikke stor forskjell på lyskildene. I testen med Osram NAV-T-lyskilden ble armaturen ustabil ved minste driftspenning. Det vil si at armaturen pendlet mellom tent og slukket tilstand. Tilstanden ble ikke stabil igjen før spenningen kom opp til ca 210 Volt. Om dette er et utstrakt problem kan det gi problemer i anlegg med store spenningsfall.

For å gi et bredere grunnlag av målinger på elektroniske armaturer med lavere spenninger, ble det også testet utvidede målinger på Multiluxarmaturer på 150, 100 og 70 Watt. Tabell 5.11 viser noen resultater fra disse målingene. Det kan her ses at disse armaturene er spenningsuavhengige lenger ned enn Philipsarmaturen. Med unntak av armaturen på 100 Watt, som slukket ved 172 Volt, hadde også disse armaturene lavere minimal tenn- og driftspenning.

Tabell 5.11: Utvidede målinger, Multiluxarmaturer (100 % pådrag). Alle med Philips SON-T lyskilde.

	Spenning [V]	170	180	190	200	210	220	230
150 W	Effekt [W]	174	173	172	175	174	173	172
	Strøm [mA]	1025	962	907	876	829	790	750
	Effektfaktor	1	1	1	1	1	1	1
100 W	Effekt [W]		115	115	115	115	115	115
	Strøm [mA]		644	610	578	551	524	500
	Effektfaktor		1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
70 W	Effekt [W]	82	81	81	81	81	81	81
	Strøm [mA]	484	455	430	410	390	374	357
	Effektfaktor	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

Armaturen på 100 Watt slukket som nevnt ved rundt 172 Volt. Effekten var uendret helt ned til dette. Tennspenningen ble funnet så lav som 64 Volt, men driften ble ikke stabil før

spenningen kom opp til 175 Volt. Dette ved romtemperatur, altså 22 til 25 °C. Det er derfor mulig armaturen ville oppført seg annerledes ved andre driftsforhold. Armaturen på 150 Watt hadde en minimal driftspenning på 92 Volt. Minimal tennspenning ble for denne videre funnet til 74 Volt, men armaturen oppnår ikke stabil drift før ved 105 Volt. Armaturen på 70 Watt hadde derimot en minimal driftspenning på 86 Volt, og en tennspenning på 60 Volt. Stabil drift ble først oppnådd ved ca 90 Volt.

Hvorfor armaturen på 100 Watt er så forskjellig i forhold til de to andre med tanke på minimal driftspenning er uklart. Det kan ha med armaturstørrelsen å gjøre, eller muligens er vårt eksemplar et "dårlig eple", og at tilsvarende armaturer normalt tåler lavere spenninger. En så høy minimal driftspenning som denne har kan føre til slukte armaturer i enkelte kurser spesielt dersom minimal driftspenning stiger ved andre vær og temperaturforhold.

I tillegg til å måle på Multilux sin 150 Watts-armatur med Philips SON-T lyskilde, så ble det målt med to forskjellige Osram NAV-T lyskilder. Tabell 5.12 viser effekt, strøm og effektfaktor for disse målingene. Eksemplar A er her den samme lyskilden som er benyttet under resten av labforsøkene med Osram NAV-T 150 Watts lyskilde. Eksemplar B er ikke benyttet i andre forsøk. Eksemplar A ser ut som har flere driftstimer i og med at det er mer sot i endene av utladningsrøret på denne enn i eksemplar B. Uansett ses det kun minimale forskjeller på de to målingene. Disse forskjellene er så små at de ikke kan konkluderes ut ifra. Det kan være tilfeldige unøyaktigheter, men det kan også være at eksemplar B trekker noe lavere effekter.

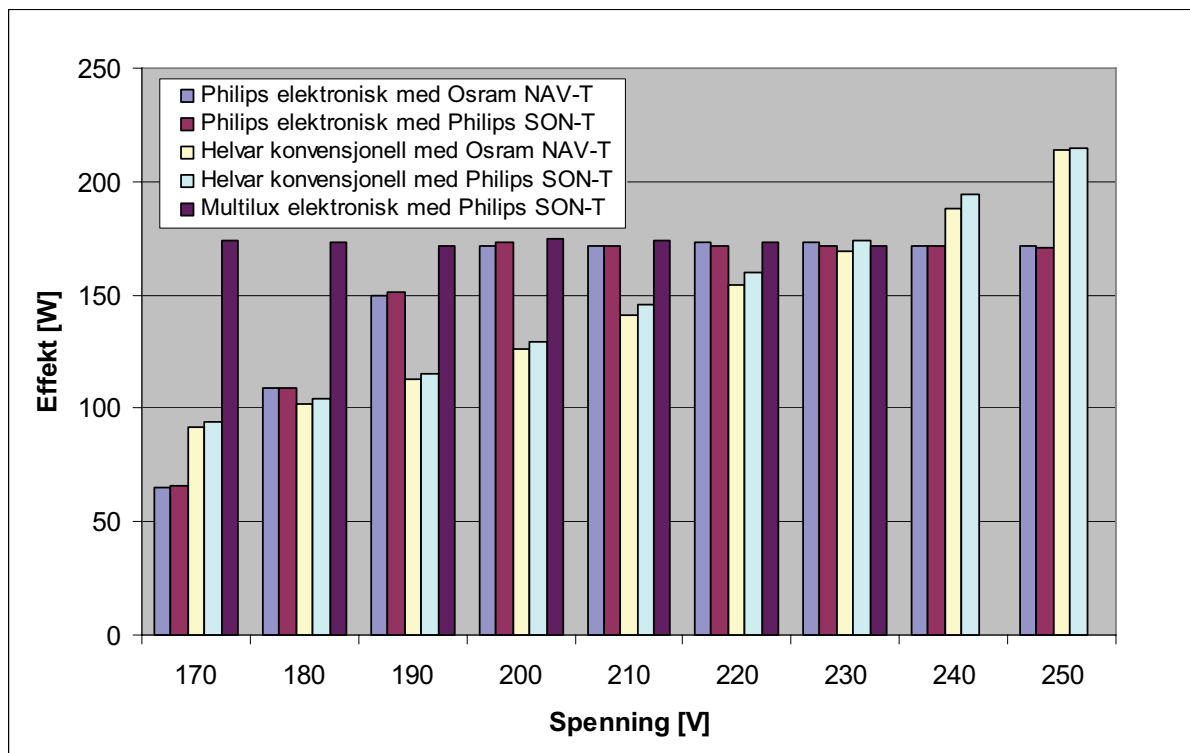
Tabell 5.12: Utvidede målinger, Multilux 150 Watts-armatur, med to forskjellige Osram NAV-T lyskilder.

Spenning [V]	Osram NAV-T 150 W eksemplar A			Osram NAV-T 150 W eksemplar B		
	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor
170	175	1031	1	175	1029	1
180	176	979	1	174	964	1
190	175	926	1	173	911	1
200	174	876	0,99	172	862	1
210	173	830	0,99	171	820	1
220	173	792	0,99	172	786	1
230	172	757	0,99	172	752	1

5.1.3 Sammenligning av spenningsavhengighet

Det som disse forsøkende har vist er at konvensjonelle armaturer er særdeles spenningsavhengig. Effekten er direkte avhengig av spenningen, og det er i [GMS, master] vist at det samme er lysfluksen. Elektroniske armaturer er derimot vist å være spenningsuavhengige mellom 200 og 250 Volt, og effekten er nærmest konstant. Dersom spenningen derimot faller under 200 Volt klarer heller ikke Philips sin elektroniske armatur å holde oppe effekten ved fullt pådrag. Armaturene er tilsynelatende uberørt av lavere spenninger ved lave pådrag.

Figur 5.5 viser trekt effekt for både elektronisk og konvensjonelt armatur ved de forskjellige spenningene. Armaturene trekker omtrent det samme ved merkespenning, 230 Volt. Ved lavere spenning trekker den elektroniske armaturen mest med unntak av ved 170 Volt for Philips elektronisk armatur. Etersom spenningen sjelden er vesentlig over 230 Volt eller under 180 Volt kan derfor argumentet om lavere effektforbruk ved utskifting av konvensjonelle armaturer derfor settes spørsmålstegn ved. At elektroniske armaturer har andre fordeler er derimot klart.



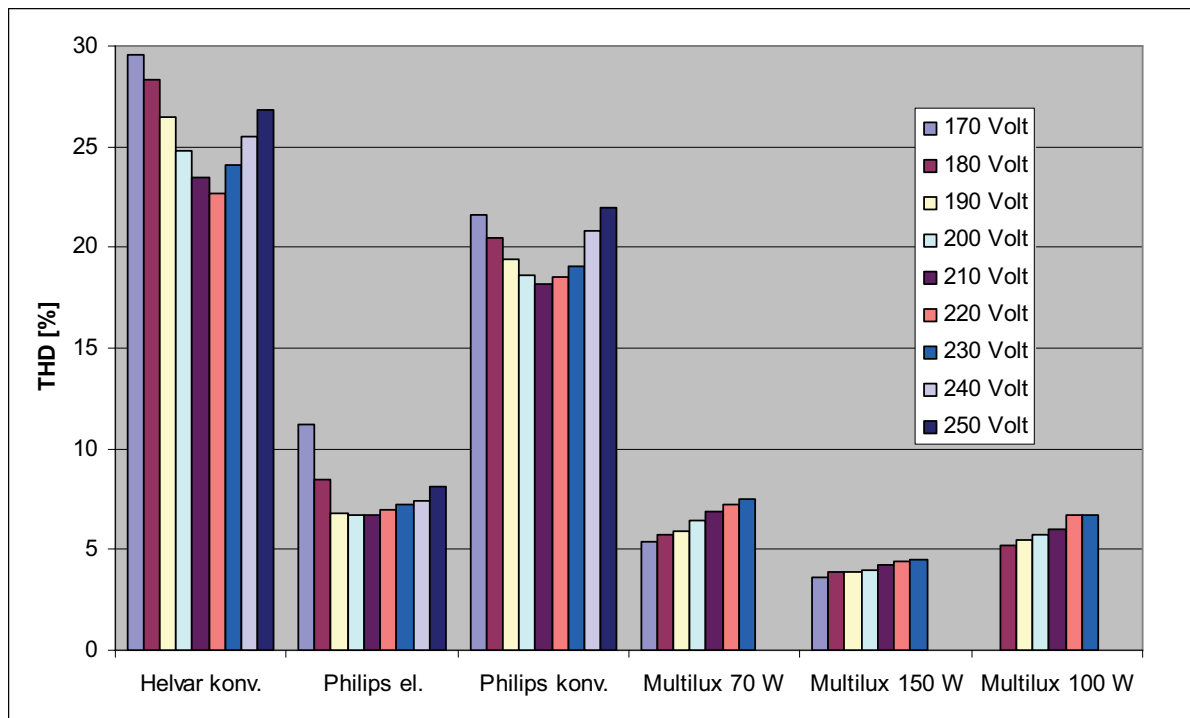
Figur 5.5: Sammenligning av konvensjonell og elektronisk armatur (150 Watt)

Under 200 Volt er forskjellen på Philips og Multilux sine elektroniske armaturer stor. Over 200 Volt er de nærmest identiske ved 100 % pådrag, men under klarer ikke Philipsarmaturen å holde effekten oppe. Multiluxarmaturen holder derimot konstant effekt helt ned til 170 Volt, og under målingene ble det funnet at effekten forble uforandret betydelig lenger ned også.

At konvensjonelle armaturer trekker lavere effekt enn elektroniske ved spenninger mellom 180 og 230 Volt vil ved utskifting av eldre armaturer derfor i de fleste tilfeller føre til økt effektforbruk i et anlegg. En høy effektfaktor i de nye elektroniske armaturene vil kunne redusere tapene denne økte effekten medfører, men det bør uansett vurderes om det bør gjøres flere tiltak ved en armaturutskifting.

5.1.4 Sammenligning av overharmoniske forstyrrelser

I forbindelse med målingene ble også de overharmoniske strømmene målt. Figur 5.6 viser THD for armaturene med Philips SON-T lyskilder. De armaturene som ble testet med både Philips SON-T og Osram NAV-T lyskilder viste kun små forskjeller i THD for de to lyskildene. Ved bare å ta den ene med her blir det derfor mer oversiktlig samtidig som det ikke endrer tendensen målingene viser.



Figur 5.6: THD for armaturene med Philips SON-T lyskilder

Figur 5.6 viser vesentlig høyere THD for de konvensjonelle armaturene enn for de elektroniske. Ved dimming av de elektroniske armaturene viser målingene en noe høyere THD, men de kommer ikke opp i tallene de konvensjonelle armaturene her viser. Dette indikerer at det kan oppnås lavere støy på linjer med å bytte eldre konvensjonelle armaturer med nye elektroniske armaturer.

5.2 Målinger på veilysanlegg i Trondheim

Det er i tidligere oppgaver funnet muligheter for store energibesparelser ved utskifting av eldre konvensjonelle armaturer. Det er da utført beregninger ut ifra betraktninger gjort fra laboratoriemålinger og målinger og betraktninger fra testanleggene. Det var derfor ønskelig i dette prosjektet å se på målinger fra reelle veilysanlegg. Spenningsforhold, effektundersøkelser og sammenhengen mellom disse både i anleggene totalt og for enkeltarmaturer skal vurderes.

For å finne mer ut om hvordan tilstanden er i reelle veilysanlegg er det gjennomført flere målinger på anlegg i Trondheim. Disse er utført sammen med Anders Roberg som skriver masteroppgave om veilyset i Trondheim og Runar Jacobsson som er montør i Trondheim Energi, og målingene er gjennomført i løpet av første halvår av 2007. Det er valgt ut forskjellige anlegg med tanke på både alder og merkeeffekt. Det er også foretatt målinger på et par kurser med alternative lampetyper, men det er av mindre relevans i dette prosjektet, og blir dermed ikke gått så grundig igjennom i denne rapporten.

Målingene som ble gjort er utført med en Fluke 43 B – Power Quality Analyzer, som også ble benyttet under laboratorieforsøkene. Det er foretatt målinger av anlegg i tennskap, og i utvalgte master i hvert av disse anleggene. På denne måten kan det estimeres hvor mye av den totale effekten som faktisk utnyttes, og hvor mye som er tap. Ved å ta målinger på de siste mastene kan også spenningsfallet på kursen beregnes i forhold til tennskapet eller første mast. Målingene foregikk på den måten at den aktuelle kursen ble tent. Deretter ble det ventet sånn at systemet skulle få stabilisere seg. Denne tiden ble gjerne benyttet til å forflytte seg til enden av kursen for å begynne med å ta målinger av master der. Etter å ha tatt de mastmålingene som var ønskelig, ble det avsluttet med målinger i tennskapet.

Tabell 5.13 viser de utvalgte kursene med tilhørende data. Av de ca 21 500 lampepunktene i Trondheim er dette som sagt kun et lite utvalg med lamper av forskjellig effekt, alder og type. Utvalget gir allikevel et bredt spekter, og et innsyn i tilstanden og forholdene i reelle anlegg, og hvilke problemer og utfordringer disse har.

Tabell 5.13: Utvalgte kurser for effektmåling i Trondheim, med lampetype, merkeeffekter og alder.

Sted	Lampetype	Merkeeffekt [W]	Alder
Bromstadveien/Tungasletta	Høytrykknatrium	250, 150	
Brundalen	Høytrykknatrium	150, 100	1980
Brøsetveien	Høytrykknatrium	150	1985
Fiolsvingen	Høytrykknatrium	150, 100, 70	2000
Henrik Ourensvei	Høytrykknatrium	100	1990
Høgskoleringen	Høytrykknatrium	150	1998
Jonsvannsveien v/439	Høytrykknatrium	250, 150, 100	
St. Olav hospital	Induksjon	165, 55	2001
Stokkanhaugen	Høytrykk kvikksølv	125	1989
Okstad Park Syd	Høytrykknatrium	70	2007

I tillegg ble det fortatt målinger av testanlegget i Høgskoleringen ved NTNU, Gløshaugen. Siden dette anlegget kan styres ble det også målt ved dimming av anlegget. Ved å måle på dette anlegget fås i tillegg et større utvalg målinger på elektroniske intelligente armaturer enn kun de fra forsøkene i laben. Resultatene fra målingene i veilysanleggene er gitt i vedlegg D.

5.2.1 Testanlegget i Høgskoleringen

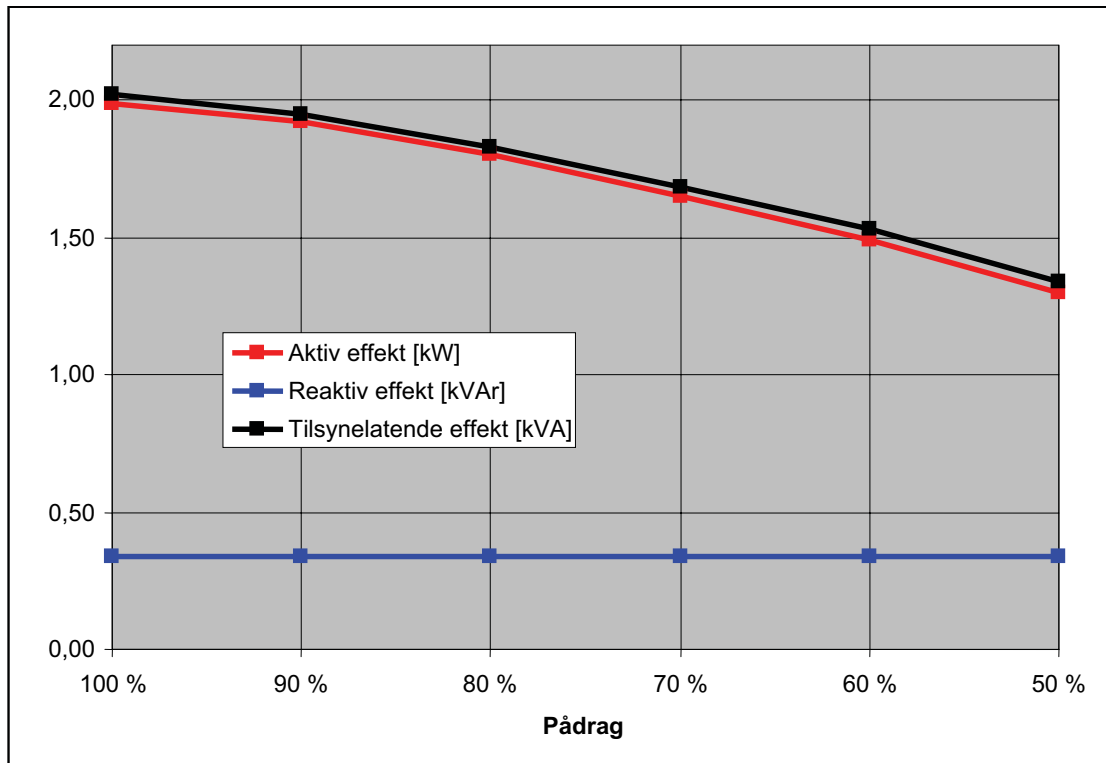
I testanlegget i Høgskoleringen ved NTNU, Gløshaugen er det 11 armaturer på 150 Watt. Disse er intelligente Philipsarmaturer, og anlegget er nærmere beskrevet i avsnitt 4.3.1. Det er ikke samme lyskildetype i alle armaturene. Totalt er der åtte armaturer med høytrykknatrium lyskilder og tre med metallhalogen lyskilder. Det ble knyttet spenning til om det var noen forskjeller på armaturene med de to forskjellige lyskildene. Målingene av dette anlegget ble utført over to ganger. Målinger i tavlen med uttaket av kursen ble foretatt den 21. februar 2007, mens mastmålinger og kontroll av tavlemålinger ble utført den 26. og den 29. mai 2007.

Tabell 5.14 viser noen av resultatene fra målingene. Dersom det anslagsvis trekkes 175 Watt per armatur ved 100 % pådrag gir det 1925 Watt totalt. Resultatet på 1,99 stemmer bra med dette, og indikerer et tap på mellom 50 og 100 Watt. Det vil si ca tre Watt tap per armatur. Sammenlignet med målingene på laben ses det også igjen noen av trendene som ble vist der. Effektfaktoren er noe lavere ved lavere pådrag. Og at den reaktive effekten som i motsetning til den aktive er konstant sterkt er avgjørende for det synes enda tydeligere nå. THD er også noe økende ved redusert pådrag, men er uansett ikke stor.

Tabell 5.14: Målinger fra fordelingsskapet til testanlegget i Høgskoleringen

Pådrag	100 %	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %
Spenning [V]	229,2	229,1	228,9	229,2	229,2	229,3
Strøm [A]	8,81	8,50	7,98	7,34	6,65	5,85
Effekt [kW]	1,99	1,92	1,80	1,65	1,49	1,30
Reaktiv effekt [kVAr]	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Tilsynelatende effekt [kVA]	2,02	1,95	1,83	1,68	1,53	1,34
Effektfaktor	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97
Cos φ	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
THD [%]	8,9	8,5	9,1	9,8	10,6	11,7

Figur 5.7 viser kurver for aktiv, tilsynelatende og reaktiv effekt etter pådraget. Det kan her ses hvor liten effekt den reaktive effekten har i denne kursen. Kurvene for aktiv og reaktiv effekt følger hverandre veldig bra, og ligger marginalt unna hverandre. Dette tilsa også den høye effektfaktoren.



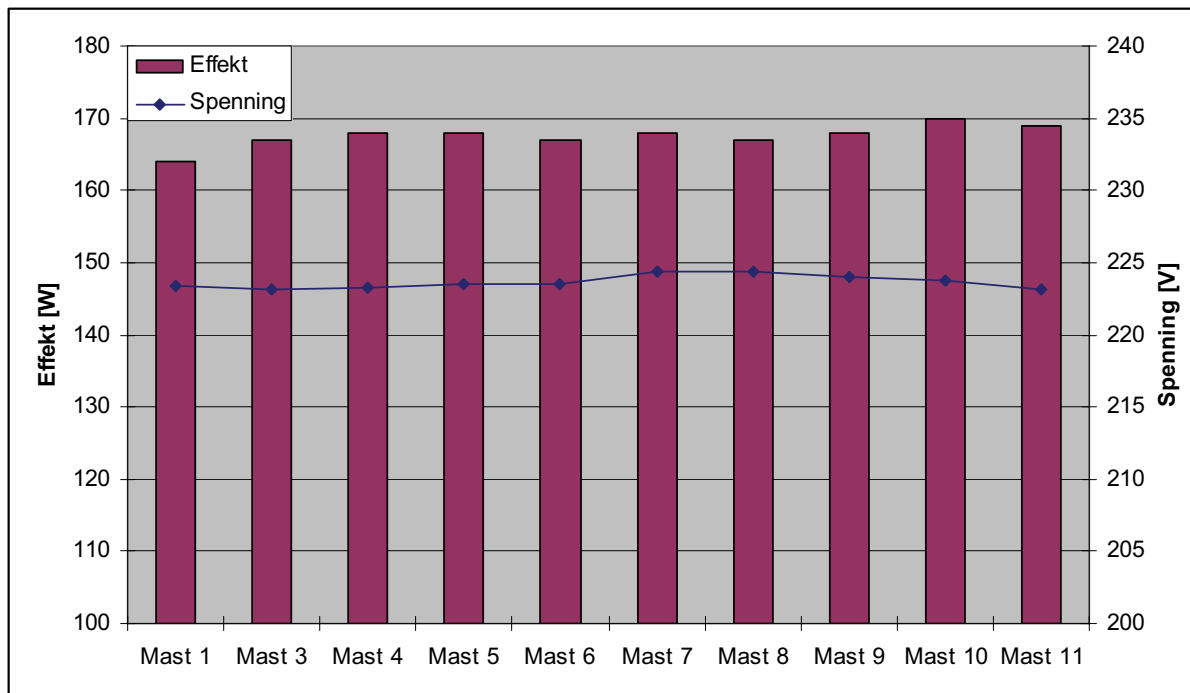
Figur 5.7: Effekt/pådragskurver fra testanlegget i Høgskoleringen

I løpet av våren har det kommet meldinger om at mast to ikke alltid har lyst. Ved test av masten har det derimot ikke blitt funnet noen feil. Under mastmålingene ble anlegget først satt i gang, så ble det ventet på at anlegget skulle stabilisere seg. Det som viste seg da var at mast to slukket etter å ha vært tent i minimum en halvtime. Det er ikke sikkert hvorfor dette skjer. Spenningen på masten ble kontrollert, og ble funnet til å være 223,2 Volt. Dette er langt fra lavt nok til å kunne tilsvare for lav driftspenning. På grunn av dette utfallet av mast to ble det den 27. mai 2007 foretatt en enkel test i Unilon. Armaturen ble satt på 100 %, og ved å følge med på parametrene til noden i Unilon ble tilstanden i masten vurdert.

Tabell 5.15: Test av utfall av mast to i testanlegget i Høgskoleringen

Tid [min]	Spenning [V]	Strøm [mA]	Effekt [W]	Effektfaktor, PF
3	228	697	157	0,99
9	228	699	158	0,99
20	229	707	160	0,99
30	229	718	162	0,99
32	229	58	3	0,22

Tabell 5.15 viser denne testen av mast to. Det er viktig å bemerke at tallene i tabellen er fra Unilon, og ikke er målt. Disse kan derfor ikke ses i sammenheng med tallene fra mastmålingene. Resultatene viser at masten fungerer tilsynelatende fint i 30 minutter. Plutselig ramler den deretter ut. Armaturen står fremdeles på 100 %, men den klarer ikke å opprettholde driften. Det tyder på at det kan være forkoblingen som det er noe galt med. Det har tidligere år hvert skiftet ut flere lampenoder etter feil på disse, men node to menes å ikke være en av disse.

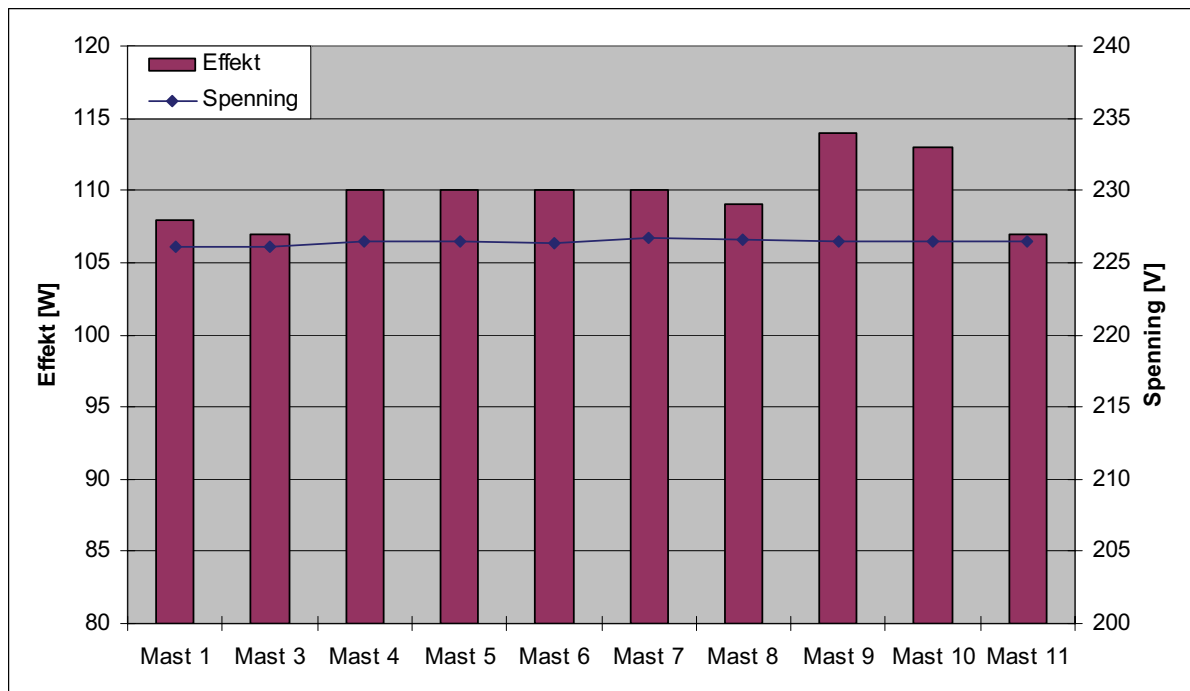


Figur 5.8: Effekter og spenninger målt i mastene i testanlegget i Høgskoleveien med 100 % pådrag

Figur 5.8 viser effektene og spenningene (kurven) målt for mastene ved 100 % pådrag. Mast 2 er her utelukkende valgt ettersom den var slukket (ble målt til fire Watt ved 223,2 Volt). Effekten for de andre mastene varierer mellom 164 og 170 Watt. Mast 3, 5 og 6 er mastene med metallhalogen lyskilder. Ser at effektene for disse ikke skiller seg ut ved 100 % pådrag. Spenningene er relativt konstante, og ser ikke overraskende ut til å ikke ha noen innvirkning på effekten.

Effektfaktoren er 0,99 for alle mastene med unntak av mast 2 selvfølgelig (målt til 0,24), mast 6 som er 0,98 og mast 8 som er 0,88. Hvorfor mast 8 skiller seg sånn ut fra de andre mastene er uklart. THD ligger mellom 7,3 % og 9,2 % med unntak av mast 2 (målt til 50 %) og mast 8 som var 14,7 %. Dette tilsier som målingene i tavlen viser en lav THD. Målingene for mast 2 har bortimot ingen betydning for samlet effektfaktor eller THD ettersom strømmen og effekten for denne er så lav.

Mastmålingene ble på nytt utført med anlegget dimmet til 50 % pådrag. Figur 5.9 viser effekter og spenninger for mastene med pådrag 50 %. Det ble ikke målt i mast 2 ved denne anledningen. Effektene ligger mellom 107 og 114 Watt.



Figur 5.9: Effekter og spenninger målt i mastene i testanlegget i Høgskoleveien med 50 % pådrag

Med unntak av mast 8 har alle mastene en effektfaktor på 0,97 og 0,98. Mast 8 har 0,77. I tillegg har mast 8 en THD på 17,4 %. De andre mastene ligger mellom 9,5 % og 12,2 %. Det er tydelig at noe skiller mast 8 fra de resterende i forhold til kompensering av forskyvning. Noen vesentlig konsekvenser i dette anlegget får denne masten allikevel ikke. Mast to er i disse målingene ikke målt på.

Ved å sammenligne resultatene fra disse målingene i testanlegget med resultatene fra den intelligente Philipsarmaturen fra labforsøkene, ses det at armatureffektene fra testanlegget er noe lavere. Ved 100 % pådrag viste labforsøkene mellom 172 til 177 Watt ved 220 Volt, mens armaturene i testanlegget ligger mellom 164 til 170 Watt. Også ved 50 % pådrag er effekten jevnt noe lavere i testanlegget, selv om forskjellen her er mindre. Denne lavere effekten kan ha med lyskildenes brenntimer å gjøre, eller muligens vær, fuktighet og temperaturforhold. Det er også mulig at forkoblingens brenntid kan ha en innvirkning.

Ettersom mastmålingene ble utført i en helg, fikk vi ikke tilgang til tavlen. Det ble derfor den 29. mai foretatt målinger i tavlen og i første, sjuende og 11. mast med 100 % og 50 % pådrag. På denne måten skulle tapet i anlegget kunne beregnes mer riktig. Tabell 5.16 viser disse målingene av effekt, spenning, effektfaktor og THD.

Tabell 5.16: Målinger for bestemmelse av tap

	100 % pådrag				50 % pådrag			
	Tavle	Mast 1	Mast 7	Mast 11	Tavle	Mast 1	Mast 7	Mast 11
Spenning [V]	229,8	224,0	224,9	224,4	229,2	224,7	225,6	225,6
Effekt [W]	1730	167	164	166	1130	109	111	106
Effektfaktor	0,98	0,99	0,99	0,99	0,96	0,98	0,98	0,98
THD [%]	9,4	7,3	9,1	8,6	12,8	9,7	12,0	11,7

Summen av mastmålingene viste 1680 Watt ved 100 % pådrag og 1098 Watt ved 50 % pådrag. I forhold til tennskapmålingene gir det et tap i anlegget på 50 Watt ved 100 % pådrag og 32 Watt ved 50 % pådrag. Dette er henholdsvis 2,9 % og 2,8 % av den totale effekten, altså relativt lite. Ser også at anleggets totale effekt ligger godt under det den gjorde ved den første målingen. Dette kommer av at mast to nå er slukket.

Sammenlignes den første målingen med den andre ses at effekten har gått ned med 260 Watt. En del av dette kan forklares med utfallet av mast to. En ekstra armatur er ca 170 Watt, og i tillegg kommer noe ekstra tap. 1990 Watt vil tilsa 180,9 Watt per armatur, mens 1730 Watt vil tilsa 173,0 Watt per operative armatur. Det er usannsynlig at ekstra tap i overføringen skal medføre så stor forskjell med kun en ekstra armatur. Temperaturforholdene kan ha hatt en innvirkning. Under de første målingene var temperaturen ca -10 °C, og under de andre målingene var temperaturen 15 °C. Om det er en konkret sammenheng mellom effekt og temperatur bør undersøkes i fremtidige undersøkelser.

5.2.2 Bromstadveien og Tungasletta

Denne kursen ble valgt ut etter tips fra Runar Jacobsson, ettersom det var bemerket dårlig belysning i enden av kursen i tillegg til noen mørke master. Kursen var lang og en smule uoversiktlig ettersom det er forskjellige lampestørrelser på kursen. Figur 5.10 viser kartutsnitt med den aktuelle kursen inntegnet. Anlegget er stort sett fra 1985. Det inkluderer armaturene, og det er dermed konvensjonelt forkoblingsutstyr.

I enden av denne kursen var det tre armaturer som ikke tente og flere som lyste dårlig. Det ble foretatt målinger i de to ytterste mastene, og med spenning på 167,8 og 168,0 Volt er det ikke rart lyset er merkbart svakere enn det normalt er.

Det var i dette anlegget lagt ut tofase fra tennskapet. I forbindelse med utskifting av kabel ute i anlegget ble det lagt trefasekabel fra dette punktet. Den ene lederen i kabelen ble derfor liggende spenningsløs. Allikevel var denne lederen benyttet på de tre lampene som ikke lyste. Og det forklarer mangelen på tenning av disse.



Figur 5.10: Kartutsnitt, Bromstadveien og Tungasletta

Totalt var det 34 master på kursen. Av disse var to plassert i hver sin rundkjøring, og hadde tre armaturer hver. Målingene på disse mastene blir derfor delt i tre like deler for å enklere kunne sammenligne de med de andre armaturene. Altså var det totalt 38 armaturer på kursen, og av disse lyste 35 under våre målinger. Av disse 35 var merkeeffekten 150 Watt på 31 armaturer og 250 Watt på fire armaturer.

Fra tennskapet var det lagt en PFSP 2*10mm² kobberkabel. Et sted i denne kursen er denne kabelen som sagt skjøtet med en trefase kabel. I tennskapet sitter en 32 A automatsikring på kursen. Tabell 5.17 viser noen målinger i tennskapet for denne kursen. Det ble målt en strøm på hele 29,7 A, noe som er rett under sikringsstørrelsen, og det er med tre slukkete armaturer. Hadde de vært koblet riktig og lyst ville denne vært enda høyere.

Tabell 5.17: Målinger i tennskap, Bromstadveien

Spenning [V]	233,4
Ampere [A]	29,7
Effekt [kW]	6,28
Reaktiv Effekt [kVA]	2,93
Tilsynelatende Effekt [kVA]	6,93
Effektfaktor, PF	0,91
Cos ϕ	0,91

Mastmålingene er gjort i den ytre delen av kursen, og det er har lave spenninger og dermed også lave effekter. Det burde også vært tatt målinger i master i starten av kursen og gjerne også midten, men tidsmangel denne dagen førte til noe få målinger. Det er uansett interessante målinger i og med så lave spenninger. Tabell 5.18 viser spenning og effekt for de målte mastene. Mast 17 og 29 står i rundkjøringer, og er master med tre armaturer hver.

Tabell 5.18: Mastmålinger Bromstadveien og Tungasletta

	Spenning [V]	Merkeeffekt [W]	Effekt [W]
Mast 16	188,8	150	108
Mast 17	183,0	3*250	510/3=170
Mast 18	184,0	150	94
Mast 28	172,2	150	80
Mast 29	171,1	3*150	246/3=82
Mast 33	167,8	150	78
Mast 34	168,0	250	141

Spenningsene på de målte mastene er fra 167,8 Volt til 188,8 Volt på henholdsvis nest siste mast og mast nummer 16 av 34. Ser vi fra tennskapet der spenningen var på 233,4 Volt gir det et spenningsfall på over 65 Volt, eller minimal spenning mer enn 27 % under merkespenning. Armaturenes effektforbruk er tilsvarende lave, og ligger for de målte mastene mellom 0,52 og 0,72 ganger merkeeffekten. Ellers kan det ses to master med vesentlig lavere effektfaktor enn resten (0,36 og 0,37 i forhold til 0,78 til 0,97). Dette er trolig på grunn av defekt kondensator.

5.2.3 Brundalen

Anlegget i Brundalen er valgt ut ettersom det er fra ca 1980. Det er målt på en kurs med 15 master, der 11 av armaturene har en merkeeffekt på 100 Watt, og de fire siste 150 Watt. Med en såpass liten kurs ble det funnet gjennomførbart å foreta målinger på alle mastene. Figur 5.11 viser grov lokalisering av anlegget.



Figur 5.11: Grovt kartutsnitt, Brundalen

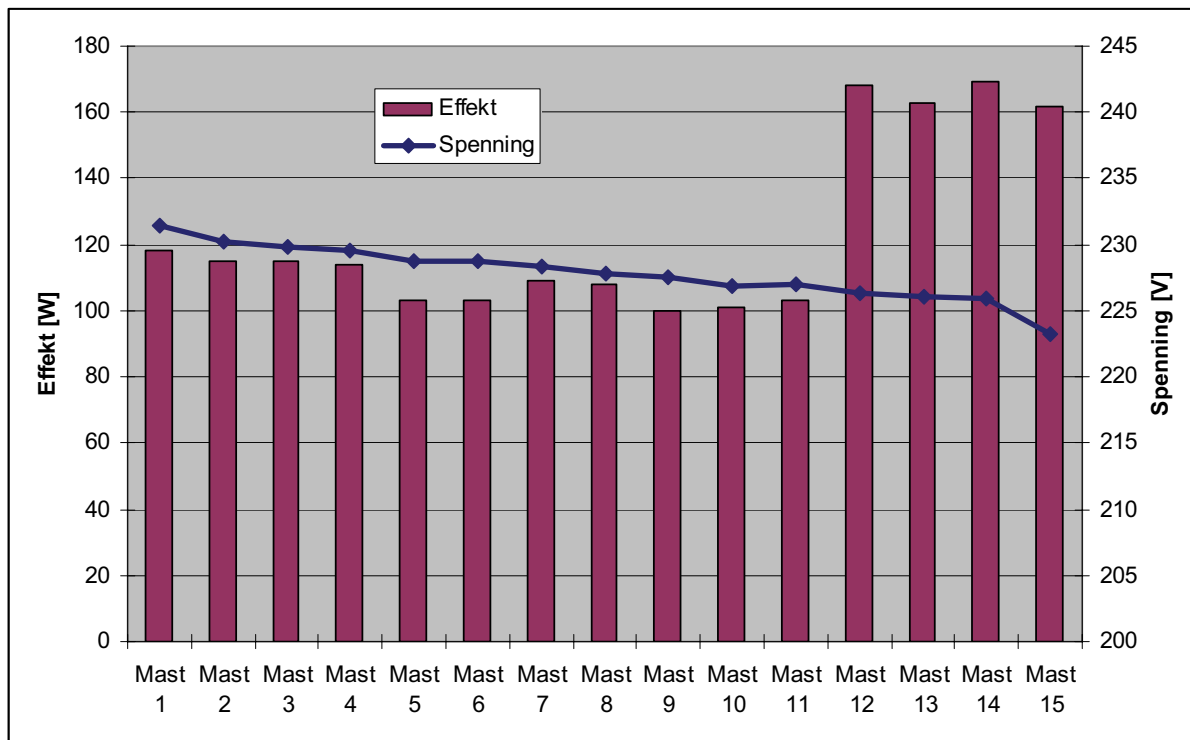
Mastene er åtte meter høye stålmaster, og armaturene er fra AEG. Fra tennskapet er det lagt en PFSP $3 \times 10 \text{ mm}^2$ kobberkabel. Lengden på kursen er totalt 650 meter. På kursen sitter en 32 A Merlin Gerin Automat sikring. Anlegget er et IT-system, og jordingen er ute i anlegget lagt til selve masten. Selv om det er en trefasekabel som er lagt ut av tennskapet er kun to av fasene benyttet.

Tabell 5.19 viser noen målinger gjort i tennskapet. Utgangsspenningen var på 234,5 Volt, og anlegget trekker en total strøm på 8,98 A. Med en effektfaktor på 0,93 gir det en effekt på 1,95 kW. Ettersom det er gjort målinger i alle mastene, og samlet effekt av disse er på 1851 W, gir det et tap på ca 100 W. Det vil si 5,1 % tap.

Tabell 5.19: Målinger i tennskap, Brundalen

Spenning [V]	234,5
Ampere [A]	8,98
Effekt [kW]	1,95
Reaktiv Effekt [kVA]	0,79
Tilsynelatende Effekt [kVA]	2,11
Effektfaktor, PF	0,93
Cos ϕ	0,94

Når det gjelder målingene i mastene, så viser ikke de noen spesielt overraskende resultater. Figur 5.12 viser effekt og spenning for hver mast i kursen. Det må noteres at de fire siste mastene er 150 Watts armaturer. Spenningen faller til 223,2 Volt på enden av kursen. Det tilsier 11,3 Volts fall eller minimal spenning ca 3 % under merkespenning. Anlegget har en høy THD. Totalt ligger denne på 20,7 %, og den tredjeharmoniske er på 15,7 %. Årsaken til at det er så mye overharmoniske har nok med armaturtypen å gjøre. Men ettersom kursen er så liten er det av liten betydning.



Figur 5.12: Effekt og spenning for mastene i anlegget i Brundalen.

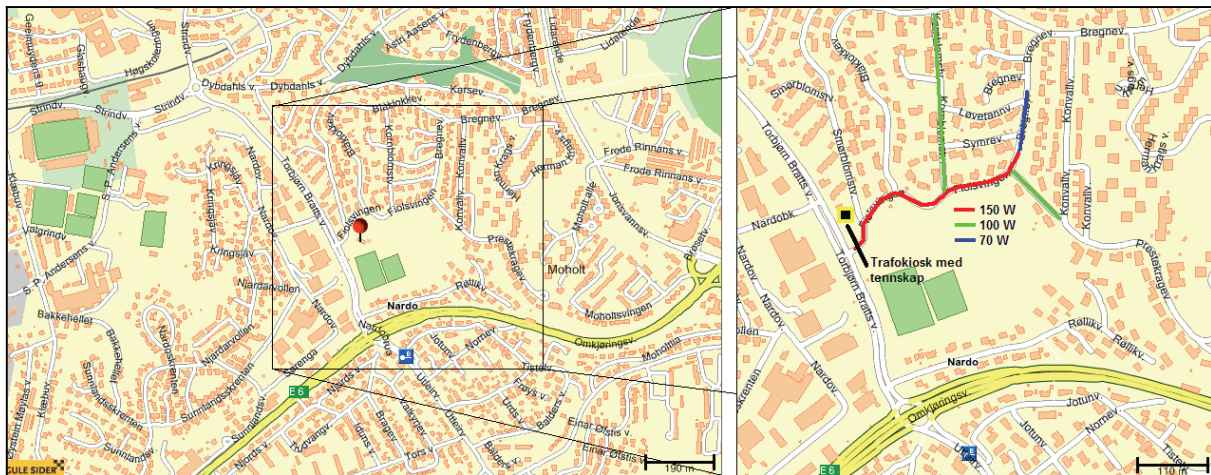
Tabell 5.21: Mastmålinger, Brøsetveien

	Spenning [V]	Effekt [W]
Mast 1	232,4	176
Mast 2	231,8	174
Mast 3	230,9	171
Mast 4	229,7	172
Mast 5	229,2	160
Busskur	229,2	428
Mast 6	228,3	165
Mast 7	228,2	166

Når det gjelder resten av målingene i mastene, så viser ikke de ellers noen spesielt overraskende resultater med unntak av at busskuret trakk så stor effekt. Tabell 5.21 viser spenning og effekt for hver mast i kursen (også busskuret). Busskuret trekker altså 428 Watt. Hva som kan trekke så mye her er uvisst. Spenningen faller til 228,2 Volt på enden av kursen fra 234,5 Volt i tennskapet. Det tilsier 6,3 Volts fall eller minimum spenning ca 1 % under merkespenning. Armatureffekten ligger mellom 160 og 176 Watt, altså over merkeeffekten. Den høye spenningen i hele kursen gir dette. Anlegget har en THD på 15,6 %, og den tredjeharmoniske er 13,0 %.

5.2.5 Fiolsvingen

I Fiolsvingen ble det sett på et anlegg med armaturer på både 70, 100 og 150 Watt. Delen av anlegget på 150 Watt skal være fra 2000, og det var derfor muligheter for at denne delen skulle ha elektronisk forkoblingsutstyr. Det viste seg derimot at det ikke var tilfelle. Figur 5.14 viser oversiktskart og kart med grovt inntegnet kurs og forskjellige fargekoder for de forskjellige armatureffektene. Totalt er det 11 armaturer på 150 Watt, 14 armaturer på 100 Watt og 4 armaturer på 70 Watt.



Figur 5.14: Kartutsnitt Fiolsvingen

Mastene i anlegget stålmaster på fem eller åtte meter avhengig av armatureffekten. Fra tennskapet er det lagt en PFSP 2*16mm² kobberkabel. Kursen vernes av en 32 A automatsikring fra Siemens. Anlegget er et IT-system, og jordingen er ute i anlegget lagt til selve mastene.

Tabell 5.22 viser noen målinger gjort i tennskapet. Utgangsspenningen var på 237,2 Volt, og anlegget trekker en total strøm på 18,13 A. Med en effektfaktor på 0,85 gir det en effekt på 3,65 kW. Effektfaktoren totalt i anlegget ligger på 0,85. En av mastene vi har målt på har tydelig defekt kondensator, og det er medvirkende på å trekke ned denne med effektfaktor 0,31.

Tabell 5.22: Målinger i tennskap, Fiolsvingen

Spenning [V]	237,2
Ampere [A]	18,13
Effekt [kW]	3,65
Reaktiv Effekt [kVA]	2,65
Tilsynelatende Effekt [kVAR]	4,3
Effektfaktor, PF	0,85
Cos φ	0,85

Når det gjelder resten av målingene i mastene, så viser ikke de ellers noen spesielt overraskende resultater med unntak av den nevnte effektfaktoren. Tabell 5.23 viser spenning og effekt for hver målte mast i kursen. Mast 1 er masten nærmest tennskapet, mens mast 28 og 29 er de ytterste 70 Watts armaturene. Mast X er første og mast Y er siste mast på andre forgrening fra tennskapet, mens mast A er ytterste mast i første forgrening (se kart i Figur 5.14). Mast 1 har merkeeffekt 150 Watt, mast 28 og 29 har 70 Watt, mens mast A,

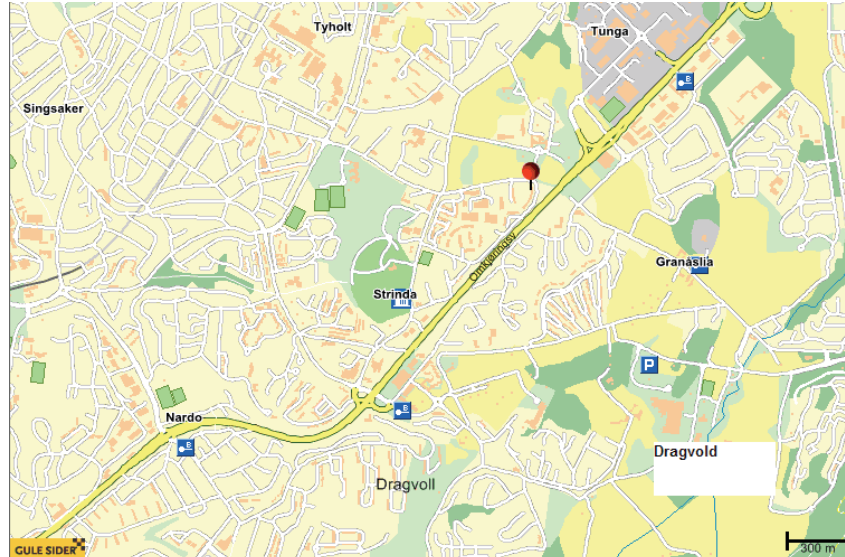
Tabell 5.23: Mastmålinger, Fiolsvingen

	Spenning [V]	Effekt [W]
Mast 1	234,3	170
Mast X	222,4	102
Mast Y	220,3	100
Mast A	221,1	101
Mast 28	221,0	64
Mast 29	220,5	62

X og Y er 100 Watts armaturer. Det ses også her sammenheng mellom effektforbruk og spenning. Det kan derimot ses at 70 Watts armaturene ligger under merkeeffekt i det samme spenningsområde som 100 Watts armaturene ligger på eller over. Dette kan være tilfeldig, eller kan være på grunn av relative dimensjonsforskjeller mellom armaturene. Ser ellers et spenningsfall til 220,3 Volt (i forgreningen, 220,5 i "hovedgrenen"), som er 16,9 Volt under spenningen i tennskapet eller ca 4 % under merkespenning. Anlegget har en THD på 17,3 %, og den tredjeharmoniske er 15,8 %.

5.2.6 Henrik Ourens vei

Anlegget i Henrik Ourens vei er valgt ut ettersom det er fra ca 1990. Det er målt på en kurs med 11 master med en merkeeffekt på 100 Watt. Figur 5.15 viser grov lokalisering av anlegget.



Figur 5.15: Grovt kartutsnitt, Henrik Ourens vei

Mastene er fem meter høye stålmaster, og armaturene er fra Philips. Fra tennskapet er det lagt en PFSP $2 \times 10 \text{ mm}^2$ kobberkabel. Lengden på kursen er totalt 650 meter. På kursen sitter en 32 A Merlin Gerin Automat sikring. Anlegget er et IT-system, og jordingen er ute i anlegget lagt til selve masten.

Tabell 5.24 viser noen målinger gjort i tennskapet. Utgangsspenningen var på 236,1 Volt, og anlegget trekker en total strøm på 8,43 A. Med en effektfaktor på 0,71 gir det en effekt på 1,42 kW. Den dårlige effektfaktoren på 0,71, som mastmålingene indikerer er på grunn av generelt dårlige effektfaktorer, medfører høyere strøm og større tap en nødvendig. At kursen er så liten gjør derimot at spenningsfallet ikke blir så stort.

Tabell 5.24: Målinger i tennskap Henrik Ourens vei

Spenning [V]	236,1
Ampere [A]	8,43
Effekt [kW]	1,42
Reaktiv Effekt [kVA]	1,41
Tilsynelatende Effekt [kVA _r]	2,00
Effektfaktor, PF	0,71
Cos ϕ	0,72

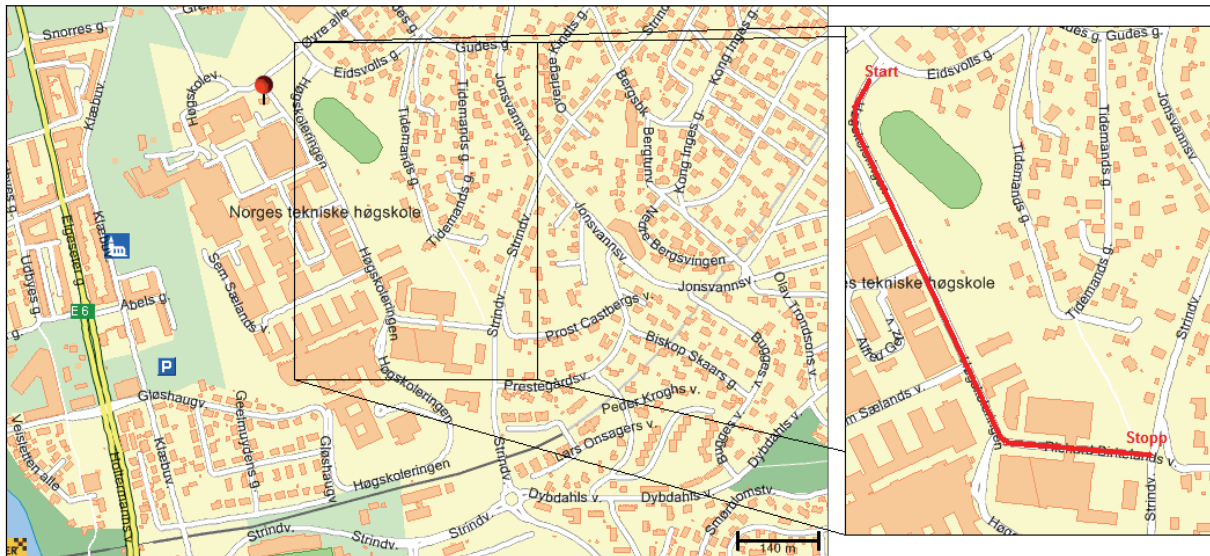
Når det gjelder målingene i mastene, så viser ikke de noen spesielt overraskende resultater. Tabell 5.25 viser effekt og spenning for hver målte mast i kursen. Det er altså den første og den siste masten i kursen samt en midt i. Spenningen ligger over 230 Volt i hele kursen. Dette medfører effektforbruk over merkeverdi, men også gode luminansforhold. Dersom det regnes med en effekt per armatur på 115 Watt, så gir det et tap i anlegget på 155 Watt. Det vil si 14 Watt per armatur, som tilsvarer 20 % av armaturenes merkeeffekt. Anlegget har en THD som totalt ligger på 15,5 %, og den tredjeharmoniske er på 13,4 %.

Tabell 5.25: Målinger i tennskap Henrik Ourens vei

	Spenning [V]	Effekt [W]
Mast 1	237,5	117
Mast 6	231,9	116
Mast 11	230,6	114

5.2.7 Høgskoleringen

Dette var den første kursen som ble sett på. Høgskoleringen ligger ved NTNU Gløshaugen, og den kursen som ble sett på her består av 150 Watts høytrykknatriumsarmaturer, og er fra 1998. Ettersom kursen er såpass ny var det knyttet spenning til om armaturene hadde elektronisk forkoblingsutstyr, men det viste seg at det var konvensjonelt. Figur 5.16 viser kart med inntegnet kurs.



Figur 5.16: Kartutsnitt, Høgskoleringen

Kursen er ca 650 meter lang, og består av 22 armaturer. Mastene er åtte meter høye stålmaster, og armaturene er fra Siemens. Fra tennskapet er det lagt en PFSP 3*10mm² kobberkabel. På kursen sitter en 35 A smeltesikring. Anlegget er et IT-system, og jordingen er ute i anlegget lagt til selve masten. Som kabelen tilsier er det lagt ut tre faser. Selv om alle fasene benyttes, så er det en overvekt av armaturene mellom fase en og fase to (11 av de 22 armaturene).

Tabell 5.26: Målinger i tennskap, Høgskoleringen

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Spenning [V]	136,3	129,1	129,3	
Ampere [A]	10,1	10,3	6,6	
Effekt [kW]	1,35	1,10	0,79	3,24
Reaktiv Effekt [kVA]	1,26	0,73	0,33	2,32
Tilsynelatende Effekt [kVA_r]	1,37	1,33	0,85	3,55
Effektfaktor, PF	0,98	0,83	0,92	
Cos φ	0,99	0,85	0,93	

Tabell 5.26 viser noen målinger gjort i tennskapet. Ettersom det er trefase, så er spenningene målt for hver fase mot jord. Som tabellen viser er det fase 1 og fase 2 som er mest belastet. Selv om det er størst effekt på fase 1, er strømmen størst på fase 2. Dette kommer av den lavere effektfaktoren her. Den kan komme av defekt kondensator på en eller flere armaturer, eller eventuelt kun tilfeldige forskjeller i armaturene. Selv om det ikke ble målt effektfaktor i mastene, så kan strømmen mastene trekker i forhold til effekten tilsi at det er det siste. I andre målinger i armaturer med defekt kondensator trekkes det nesten dobbel strøm, så det burde være enkelt å oppdage. Effektfaktoren på fase 2 er heller ikke urovekkende lav med 0,83, den er heller veldig høy på fase 1 med 0,98. Det er gjort målinger i alle mastene, og de viser en

total effekt på 3029 Watt. Det vil si et tap på ca 200 Watt, eller 6,5 % av total effekt. Det vil også si ca 9 Watt per armatur, som tilsvarer 6 % av armaturenes merkeeffekt.

Tabell 5.27 viser effekter og spenninger for mastene i kursen. I tillegg er det ført opp hvilke faser hver mast er koblet mellom. Halvparten er mellom fase 1 og fase 2, mens seks er fordelt mellom fase 1 og fase 3 og fem er mellom fase 2 og fase 3.

Tabell 5.27: Mastmålinger, Høgskoleringen

	Effekt [W]	Spenning [V]	Faser
Mast 1	160	227,0	L1-L2
Mast 2	154	223,6	L1-L3
Mast 3	154	224,1	L2-L3
Mast 4	152	221,0	L1-L2
Mast 5	140	219,8	L1-L2
Mast 6	138	218,4	L1-L2
Mast 7	139	217,7	L1-L2
Mast 8	141	221,0	L1-L3
Mast 9	147	220,7	L1-L3
Mast 10	129	215,8	L1-L2
Mast 11	135	218,2	L2-L3
Mast 12	137	218,1	L1-L3
Mast 13	130	213,8	L1-L2
Mast 14	133	218,7	L2-L3
Mast 15	133	218,0	L1-L3
Mast 16	131	214,6	L1-L2
Mast 17	130	218,4	L2-L3
Mast 18	123	214,1	L1-L2
Mast 19	127	213,8	L1-L2
Mast 20	142	217,6	L2-L3
Mast 21	126	218,1	L1-L3
Mast 22	128	213,0	L1-L2

Ser at spenningen mellom fase 1 og fase 2 faller fra 227 Volt ved mast 1 til 213 Volt ved mast 22. Det vil si et fall på 14 Volt, eller minimal spenning i kretsen på 7,4 % under merkespenning. Effekten mastene trekker er jo tilsvarende. Fra 160 Watt i mast 1 til under 130 Watt i de siste mastene. I tillegg til lavere effekt gir dette vesentlig redusert lysfluks utover i kursen.

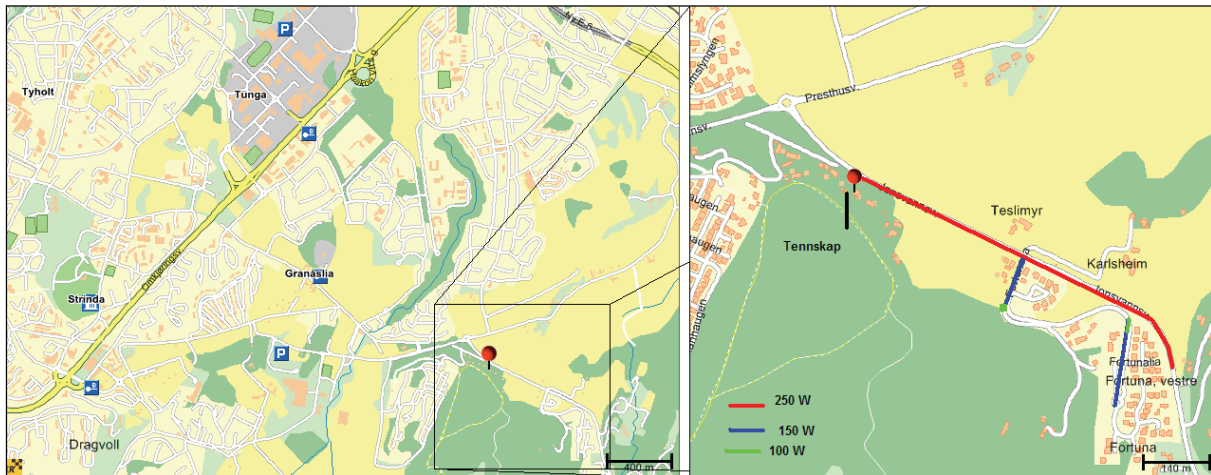
Tabell 5.28: Overharmonisk andel på fasene

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
THD %	7,9	7,5	5,9
3. harm %	6,4	5,6	1,5

Tabell 5.28 viser total andel overharmonisk, og andel 3. harmonisk på hver fase. Disse er i forhold til de andre veilyskursene som er sett på små.

5.2.8 Jonsvannsveien

Dette anlegget i Jonsvannsveien ble valgt for å få målt på noen master med 250 Watts armaturer. Anlegget skal være fra rundt 1990, og består av en hovedgren med armaturer på 250 Watt og to sidegrener med armaturer på 150 Watt armaturer (pluss to på 100 Watt). Totalt var det 15 armaturer på 250 Watt, ni på 150 Watt og altså to på 100 Watt. Figur 5.17 viser kart med inntegnet kurs og fargekoder for armatureffektene.



Figur 5.17: Kartutsnitt, Jonsvannsveien

Kursen består altså totalt av 26 armaturer. Mastene er ti eller åtte meter høye stålmaster, og armaturene er fra Siemens. Fra tennskapet er det lagt en PFSP 3*10mm² kobberkabel. På kursen sitter en 32 A Siemens automatsikring. Anlegget er et IT-system, og jordingen er ute i anlegget lagt til selve masten. Som kabelen tilsier er det lagt ut tre faser. Selv om alle fasene benyttes, så er det en stor overvekt av armaturene mellom to faser.

Tabell 5.29: Målinger i tennskap, Jonsvannsveien

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Spenning [V]	231,8	0,8	237,7	
Ampere [A]	23,9	22,5	4,5	
Effekt [kW]	5,30	0,01	0,37	5,68
Reaktiv Effekt [kVA]	1,53	0,01	0,80	2,34
Tilsynelatende Effekt [kVAr]	5,52	0,02	0,11	6,59
Effektfaktor, PF	0,96	0,75	0,36	
Cos φ	0,96	0,63	0,34	

Tabell 5.29 viser noen målinger gjort i tennskapet. Ettersom det er trefase, så er spenningene målt for hver fase mot jord. Det første som legges merke til er at det må være jordfeil enten på eller før kursen. Etter test i trafokiosken ble den funnet til å måtte være i forsyningen. Det ble gjort ved at spenningen mellom fasen og jord ble målt med kursen koblet fra. Ettersom spenningen også nå var nærmest null, betyr det at feilen fremdeles tilstedet.

Som Tabell 5.29 viser er det fase 1 og fase 2 som er mest belastet. Mens det på disse fasene går henholdsvis 23,9 og 22,5 Ampere, så går det kun 4,5 Ampere på fase 3. At effekten ikke er tilsvarende kommer av jordfeilen på fase 2. Jordfeilen medfører også at effektfaktoren som måles blir feil. Regnes den ut fra $PF = \frac{P}{S} = \frac{5,68}{6,59} = \underline{0,86}$, så er ikke det så ille med tanke på at to av mastene som ble målt (mast 5 og 12) trolig hadde defekte kondensatorer siden de

hadde veldig lave effektfaktorer. De andre armaturene på 250 Watt hadde alle effektfaktorer over 0,9.

Tabell 5.30 viser effekter og spenninger for de målte mastene i kursen. I tillegg er det ført opp hvilke faser hver mast er koblet mellom. Ser at kun to ikke er koblet mellom fase 1 og fase 2. Den første forgreninga i forhold til tennskapet (se kart) har fått navn C med armatur C1 nærmest hoveddelen av kursen og C4 lengst unna. Den andre avgreninga, B, har da B1 nærmest hoveddelen av kursen og B7 lengst unna. C4 og B1 har merkeeffekt på 100 Watt, mens de resterende armaturene på forgreningene har merkeeffekt 150 Watt.

Tabell 5.30: Mastmålinger, Jonsvannsveien

	Effekt [W]	Spenning [V]	Faser
Mast 1	282	227,2	L1-L2
Mast 2	263	228,2	L1-L3
Mast 5	284	228,3	L2-L3
Mast C1	135	209,2	L1-L2
Mast C4	75	208,4	L1-L2
Mast B1	70	198,9	L1-L2
Mast B7	121	196,6	L1-L2
Mast 12	201	198,0	L1-L2
Mast 13	203	198,0	L1-L2
Mast 14	190	197,6	L1-L2
Mast 15	192	197,5	L1-L2

Ser at spenningen mellom fase 1 og fase 2 faller fra 227,2 Volt ved mast 1 til 197,5 Volt ved mast 26. Det vil si et fall på nesten 30 Volt, eller spenning på enden av kretsen på 14,1 % under merkespenning. Effekten mastene trekker faller tilsvarende i forhold til merkeeffekten. Fra 282 Watt i mast 1 faller effekten til rundt og under 200 Watt i de ytterste mastene.

Dersom det regnes med et gjennomsnitt av 250 Watts-armaturene på $0,5 \cdot (282 + 192)W = 237$ W, og av 150 Watts-armaturene på $0,5 \cdot (135 + 121)W = 128W$ og de to 100 Watts-armaturene på 70 og 75 Watt, så gir det totalt 4852 Watt. Dette er et kjapt overslag, men så langt unna burde det ikke være. I forhold til totalen i Tabell 5.26 vil det si et tap på ca 800 Watt. Med det spenningsfallet som er i kursen, så er ikke det urimelig. 800 Watt vil si 14,1 % av total effekt, eller 15,1 % av armaturenes merkeeffekt. At tapene er relativt store er ikke overraskende når spenningen faller til så lave verdier i enden av kursen.

Tabell 5.31: Overharmonisk andel på fasene

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
THD %	11,0	12,2	10,4
3. harm %	10,4	11,0	1,1

Tabell 5.31 viser total andel overharmonisk, og andel 3. harmonisk på hver fase. Dette er relativt lave verdier for veilyskurser.

5.2.9 St. Olav og Stokkanhaugen

I forbindelse med målingene i diverse veilysanlegg i Trondheim ble det sett på to kurser med alternative lyskilder enn høytrykk natrium. Ved St. Olavs hospital er det en kurs som består av armaturer med induksjonslamper. Dette er en spesiell lampetype som benytter elektrisk felt satt opp av en spole forsynt med høyfrekvent spenning til å skape lys. På Stokkanhaugen ble det sett på en kurs med kvikksølvlamper.

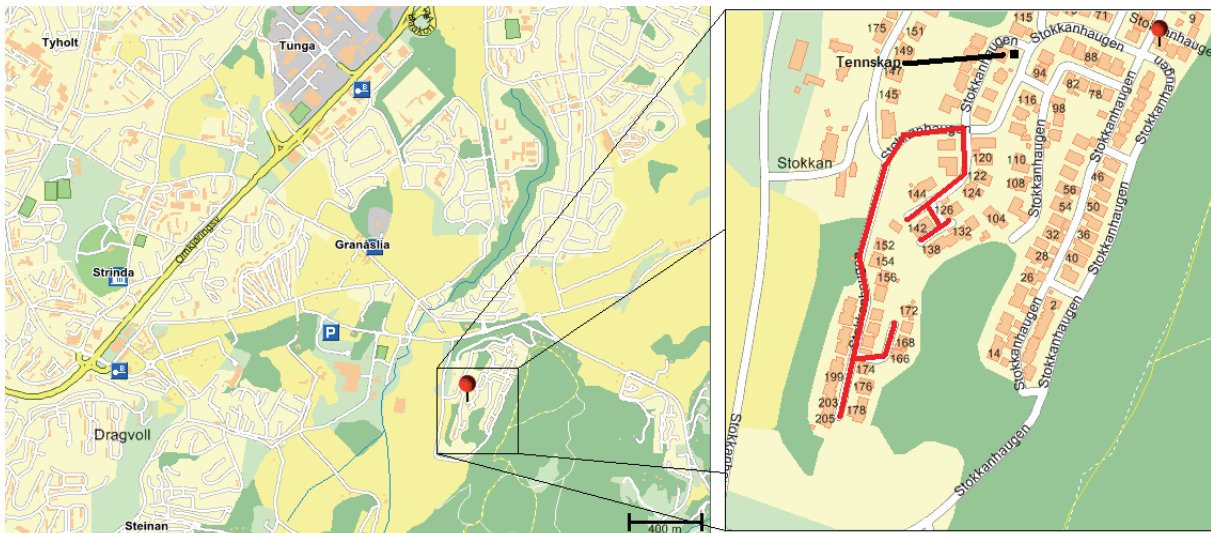
Induksjonslampene ved St. Olavs består av to forskjellige dimensjoner. Noen master dekker veien, mens en annen rekke dekker gang/sykkelvei. Totalt er det 12 armaturer med merkeeffekt 165 Watt og åtte armaturer med merkeeffekt 55 Watt på kursen. Det er Philips som leverer denne typen induksjonslamper, og armaturene er av typen Københavner. Fra tennskapet går en PFSP 3*10mm² kobberkabel som beskyttes av en 32 A automatsikring fra ABB. Mastene for armaturene var åtte og fire meter stålmaster for henholdsvis 165 og 55 Watts armaturene. I Figur 5.18 kan bilde av disse masttypene ses.

Resultatene fra målingene på kursen ved St. Olavs viser en høy effektfaktor og en lav THD (under 10 %). Mastmålingene på 165 Watts-armaturene viste at de trakk mellom 137 og 146 Watt, mens 55 Watts-armaturene viste seg å trekke mellom 54 og 60 Watt. Det ser ikke ut til at det er en spenningsavhengighet på effektmålingene av mastene. At avvikene fra merkeeffekten er forskjellig for de to armaturstørrelsene legges merke til, og var nok den største overraskelsen ved målingene. I følge Philips kunne denne forskjellen ha å gjøre med temperaturen i lampene. Totalt dersom det regnes med 140 Watt og 55 Watt for de to armaturtypene gir det 2065 Watt ettersom en av armaturene på 55 Watt ikke lyste. Fra tennskapet ses det at anlegget totalt trekker 2541 Watt. Regnet i forhold til den beregnede totale effekten til armaturene tilsier det 18,7 % tap.



Figur 5.18: Mast med induksjonslampe [55 W] ved St. Olavs hospital

Anlegget på Stokkanhaugen består av 16 stykker 125 Watts kvikksølvvarmaturer, der 15 lyste. Anlegget er fra 1988. Fra tennskapet går en PFSP 2*16mm² aluminiumskabel som beskyttes av en 35 A patron. Mastene er fem meter høye stålmaster. Figur 5.19 viser kartutsnitt med inntegnet kurs fra Stokkanhaugen.



Figur 5.19: Kartutsnitt, Stokkanhaugen

Resultatene fra målingene på kursen på Stokkanhaugen viser en høy effektfaktor, på totalt 0,95 og en relativt høy THD, på totalt 19,3 %. Mastmålinger ble foretatt på alle master som var tilgjengelig. Det var to som var utilgjengelig i tillegg til en som var mørk. Figur 5.20 viser et eksempel på en utilgjengelig mast, som i tillegg trolig ikke belyser veien optimalt.



Figur 5.20: Utilgjengelig mast på Stokkanhaugen

Spenningen går fra 223,8 Volt ved mast 2 til 212,2 ved mast 16. Det vil si 11,6 Volt fall, og minimal spenning 7,8 % under merkespenning. Effektene ligger mellom 124 og 107 Watt, og tendensen viser en spenningsavhengighet, noe som også var forventet med konvensjonelt forkoblingsutstyr. Ved estimering av mast 1 på 125 Watt og mast 6 på 115 Watt, så gir det en summert effekt på 1738 Watt. Anleggets totale effekt ble målt til 1,88 kW, og det gir ca 150 Watt tap. Det vil si 8,0 % tap.

Disse alternative lampetyperne har andre kvaliteter enn høytrykknatrium. Å sammenligne effektmålinger direkte er derfor ikke tilstrekkelig. Disse bør ses på individuelt, og er her kun ment som en indikasjon på hvordan sånne anlegg kan fungere i praksis.

5.2.10 Okstad Park Syd

Mens de andre anleggene som det har blitt fortatt målinger på var av varierende alder og stand, så var dette anlegget i Okstad Park Syd helt nytt. Anlegget belyser en gangvei, og ble ferdigstilt i 2007. Okstad Park er et nytt byggefelt, og det er nærmest ingen bebyggelse der nå. Det kan derfor oppstå endringer i driftsvilkårene for anlegget når nettet blir mer belastet. Ettersom det elektriske anlegget er nytt, så er tennskapet plassert utenfor transformatorstasjonen. Men avstanden er kun rundt 45 meter, og tennskapet er forsynt med en TPXP 4*50mm² kabel.

Kursen som ble målt på er som sagt for en gangvei, og består av 70 Watts-armaturer. Totalt består kursen av 13 master. Mastene er fem meter høye stålmaster, og armaturene er fra Philips, og ettersom anlegget er fra 2007, så har armaturene elektronisk forkoblingsutstyr. Fra tennskapet er det lagt en PFSP 4*25mm² aluminiumskabel med jordings skjerm. På kursen sitter en 20 A automatsikring. Anlegget er et 400 Volt TN-S-system. Ettersom dette er et nytt anlegg, og det er andre rutiner for lastfordeling nå (i tillegg til TN-S-system her), så er armaturene fordelt så jevnt på fasene som mulig. At det er et TN-anlegg medfører at armaturene er koblet mellom en fase og N-leder. Fordelingssystemet som benyttes kan ses i Tabell 5.33.

Tabell 5.32: Målinger i tennskap, Okstad Park Syd

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Spenning [V]	236,8	236,9	236,7	
Ampere [A]	1,98	1,60	1,62	
Effekt [W]	455	370	370	1195
Reaktiv Effekt [kVA]	112	93	96	301
Tilsynelatende Effekt [kVAr]	469	381	383	1233
Effektfaktor, PF	0,97	0,97	0,97	
Cos ϕ	1	1	1	

Tabell 5.32 viser noen målinger gjort i tennskapet. Ettersom det er TN-system, så er spenningene målt for hver fase mot N-lederen. Det første som legges merke til er at det må være en høyere last på fase 1 enn de to andre. Ettersom det er 13 master, så er det tydeligvis fase 1 som har fått den 13.. Ellers er det veldig god sammenheng mellom fasene.

Tabell 5.33 viser effekter og spenninger for de målte mastene i kursen. I tillegg er det ført opp hvilken fase hver mast er koblet til.

Tabell 5.33: Mastmålinger, Okstad Park Syd

	Effekt [W]	Spenning [V]	Faser
Mast 1	93	236,7	L1-N
Mast 2	91	236,7	L2-N
Mast 3	93	236,3	L3-N
Mast 4	93	236,2	L3-N
Mast 5	91	236,5	L2-N
Mast 6	90	236,0	L1-N
Mast 7	91	235,7	L1-N
Mast 8	91	236,5	L2-N
Mast 9	91	236,1	L3-N
Mast 10	89	236,0	L3-N
Mast 11	91	236,2	L2-N
Mast 12	90	235,4	L1-N
Mast 13	90	235,3	L1-N

Fra Tabell 5.33 ses det her at spenningen ligger høyt for alle fasene over hele kursen. På fase 1, som er den høyest belastede går spenningen fra 236,8 Volt i tennskapet til 235,3 Volt i enden av kursen (i forhold til nøytralleder). Dette er et fall på kun 1,5 Volt eller 0,6 %. Mens Multilux sitt 70 Watts-armatur under forsøkene i laben trakk mellom 81 og 86 Watt, så ses det her at armaturene trekker noe mer. Disse armaturene trekker mellom 27 % og 33 % over armaturenes merkeeffekt. Det får ikke konsekvenser i dette tilfellet, men i store kurser kan det være av betydning. Den høye effektfaktoren sikrer derimot effektive anlegg uten vesentlig unødvendig tap. Legges effektene i Tabell 5.34 sammen for hver fase fås 454 Watt på fase 1, 364 Watt på fase 2 og 366 Watt på fase 3. Det gir et tap på en Watt på fase 1, seks Watt på fase 2 og fire Watt på fase 3. Det vil si 11 Watt i tap. Dette er selvfølgelig et unøyaktig tall, men det sier oss at tapene kan ses bort fra.

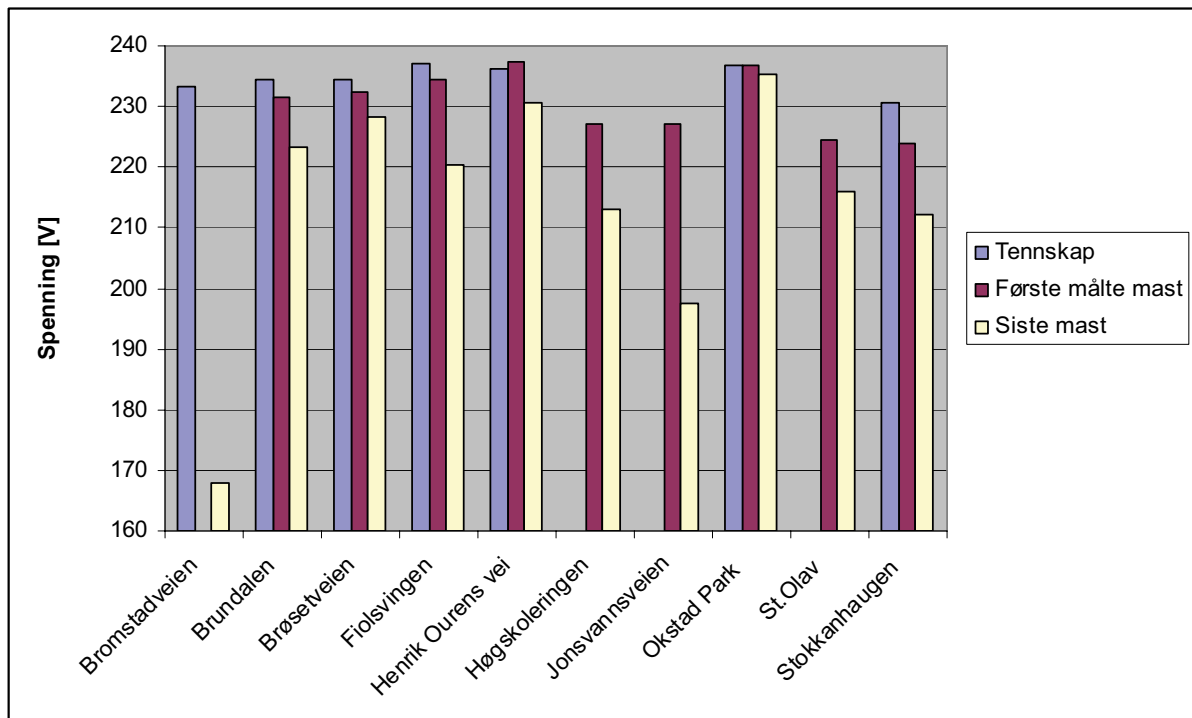
Tabell 5.34: Overharmonisk andel på fasene

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
THD %	23,4	24,3	23,8
3. harm %	18,9	19,1	19,4

Tabell 5.34 viser total andel overharmoniske strømmer, og andel 3. harmoniske strømmer på hver fase. Målingene på elektroniske armaturer på laben viste THD-verdier under 10 %. Resultatene på denne kursen motsier de resultatene. Dette anlegget benytter nøytralleder, og tredjeharmoniske strømmer summeres her opp. I situasjoner med større andel tredjeharmoniske vil derfor nøytrallederstrømmen kunne ha en signifikant innflytelse på strømføringssevnen for kablene i kursen. For dette anlegget er andelen tredjeharmoniske såpass stor at det ved dimensjonering av kursen må regnes med en kalibreringsfaktor på 0,86 på den dimensjonerende strømføringssevnen for kabelen [20]. I dette tilfelle får denne ikke betydning, da det er kravet om minimum 25mm² tverrsnitt på aluminiumskabler i veilysanlegg som er avgjørende [8].

5.3 Spenningsfall i veilysanlegg

I de forskjellige anleggene det er blitt målt på i denne oppgaven, har det vært stor forskjell på både spenningsnivå og spenningsfall. Figur 5.21 viser spenninger i tennskap og første og siste målte mast. Tre områder viser ikke målinger fra tennskapet. Det er her trefase, og det er her heller med første og siste mast mellom de mest belastede fasene. I Bromstadveien ble det kun tatt mastmålinger mot enden av kursen, så første målte mast er derfor ikke oppført. For de andre kursene er første mast målt med unntak av Stokkanhaugen der den andre masten er første målte mast.



Figur 5.21: Utvalgte spenningsmålinger fra anleggene

Spenningen i tennskapet er ganske stabil i overkant av 230 Volt. Spenningsfallet i kursene er derimot veldig forskjellig. Etersom konvensjonelle armaturer er spenningsavhengig vil både effekt og lysfluks påvirkes av dette. Tabell 5.35 viser lysfluks og lysutbytte for to konvensjonelle 150 Watts høytrykknatriumsarmaturer. Målingene er fra [21, tabell 5.8 og 5.9] og er utført av Eilif Hugo Hansen. For mer informasjon om disse målingene, se kilde.

Tabell 5.35: Lysutbytte NaH-lyskilde, konvensjonelle armaturer [21, tabell 5.8 og 5.9]

Spenning [V]	Armatur 4			Armatur 14		
	Lysfluks [lm]	Effekt [W]	Lysutbytte [lm/W]	Lysfluks [lm]	Effekt [W]	Lysutbytte [lm/W]
210	12046	145	83,1	11908	143	83,3
220	14245	162	87,9	14205	160	88,8
230	16825	182	92,4	16391	176	93,1
240	19202	201	95,5	18509	194	95,4

Disse målingene gir en indikasjon til sammenhengen mellom spenning og lysfluks for konvensjonelle. Ser at allerede ved 220 Volt har lysfluksen falt med ca 15 % i forhold til ved 230 Volt. Ved 210 Volt har lysfluksen falt med ca 28 % i forhold til ved 230 Volt. Det er ikke målt lenger ned enn til 210 Volt. At den fallende trenden fortsetter anses derimot som klart,

og i de anleggene med spenninger under 200 Volt har det vært enkelt å bedømme visuelt at lysfluksen er dårlig i de mastene med lavest spenning.

Dersom spenningsfallet på kursene ses i forhold størrelsen på kursene, så er det en tydelig sammenheng. Tabell 5.36 viser antall armaturer, installert effekt og minimal spenning på kursene. Det kan her ses en klar sammenheng mellom installert effekt og minimal spenning. Alle kursene med over 2000 Watt installert har 220 Volt eller mindre som minste spenning.

Tabell 5.36: Oversikt over installert effekt og minimal spenning

Navn på kurs	Antall armaturer	Installert effekt [W]	Minste målte spenning [V]
Bromstadveien	38	6100	167
Brundalen	15	1700	223
Brøsetveien	7+bussskur	1050+bussskur	228
Fiolsvingen	29	3330	220
Henrik Ourens vei	11	1100	230
Høgskoleringen	22	3300	213
Jonsvannsveien	26	5300	197
Okstad Park	13	910	235
St Olav	20	2420	216
Stokkanhaugen	16	2000	212

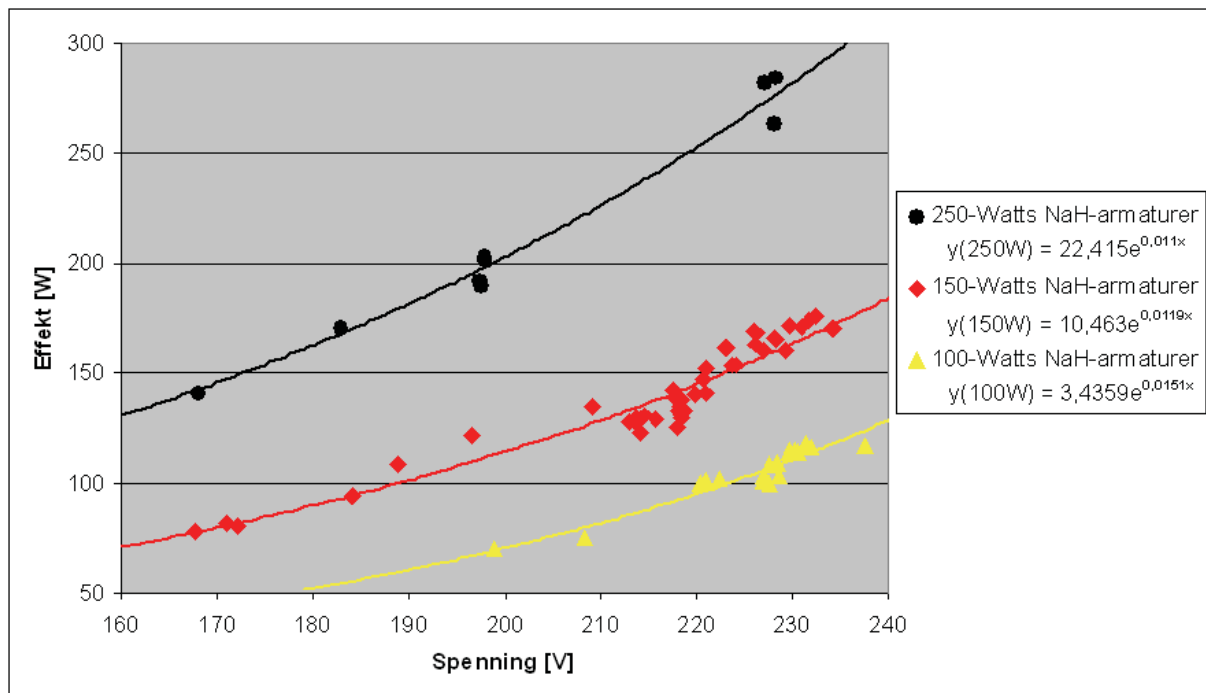
Det er kun kursen i Bromstadveien/Tungasletta som har blitt valgt ut etter muligheten for stort spenningsfall. De andre kursene er valgt etter armaturtype/størrelse og alder. Det er derfor usikkert om hvilken installerte effekt som er mest typisk for veilyskurser. Dersom det er vanlig med veilyskurser med installert effekt over 3000 Watt tyder målingene på at dette vil medføre et signifikant spenningsfall og dermed også ved konvensjonelle armaturer også fall i lysfluksen. Et fall i lysfluksen i forhold til merkeverdier medfører flere problemer. Dimensjoneringen av anlegget er gjort etter denne merkeverdier, og lavere spenning enn merkeverdier kan derfor medføre at anlegget ikke oppfyller kravet. Ved enden av en kurs vil også overgangen til en ny kurs kunne medføre stor forskjell i belysningen. En sårn overgang kan bli ubehagelig i tillegg til at det stilles krav til jevnhet i veinormalen.

6 BEREKNINGER AV ENERGIBRUK

I dette kapittelet beregnes energiforbruket ved ulike styrestrategier. Det blir sett på de målte anleggene i Høgskoleringen og Brundalen. Disse er valgt ettersom de er av lik lengde og har samme kabeltype, men Høgskoleringen har bortimot dobbel så mye installert effekt. Her vil det bli vurdert ulike tiltak ved en eventuell utskiftning av armaturene. I og med at det er lagt trefase hele veien, blir armaturene ved trefasefordeling fordelt jevnt mellom fasene etter samme prinsipp som i Okstad Park, bare at det her er mellom to faser og ikke mellom fase og nøytral. Det blir sett på muligheten til å endre tilkoblingen til dagens konvensjonelle armaturer til symmetrisk trefase. Det vil medføre høyere spenning i enden av kursen, og dermed også økte effekter. Grunnen til at dette blir sett på er derfor ikke energibesparelser, men en bedre utnyttelse av kursen, og en bedre kvalitet på veilyset. Videre blir det sett på utskiftning til armaturer med elektronisk forkobling. Dette vil medføre en jevn armatureffekt over kursen. Det blir vurdert dimmestrategi med grunnlag i astronomisk ur. Det er da en forutsetning at det benyttes intelligente armaturer. Uten dimming vil "uintelligente" elektroniske armaturer være rimeligere. Først blir det derimot sett på grunnlaget for valgene som blir gjort i beregningene. I vedlegg E finnes soldata som er grunnlaget for energiberegningene med astronomisk ur, i vedlegg F finnes resultater fra Febdok og i vedlegg G finnes energiberegningene.

6.1 Grunnlag for vurdering av konvensjonelle armaturer

I løpet av våren har det som nevnt blitt målt på totalt 120 master. Av disse er 75 konvensjonelle høytrykknatriumarmaturer. Armaturene har merkeeffekt på 100, 150 eller 250 Watt med unntak av to armaturer på 70 Watt, som ikke er med videre som en følge av antallet. Figur 6.1 viser målingene tegnet inn i diagram etter spenning og effekt. Målingene er delt inn i serier etter merkeeffekt, og målingene for hver av disse er utgangspunktet for trendlinjer. Trendlinjene er valgt som eksponensielle ettersom denne trenden ble vist i labforsøkene (se avsnitt 5.1.1). Totalt er grunnlaget 19 armaturer på 100 Watt, 43 armaturer på 150 Watt og 11 armaturer på 250 Watt. Ettersom antallet målinger er så forskjellig for de forskjellige merkeeffektene, gir det også forskjell i kredibiliteten. Men det ses en spredning av målepunktene rundt trendlinjene i alle tilfellene. Det tyder på en individuell variasjon, og selv om flere målepunkter kan endre trendlinjen noe vil disse individuelle forskjellene kunne være større enn endringen av trendlinjen trolig vil være.



Figur 6.1: Mastmålinger fra anlegg i Trondheim med inntegnede eksponensielle trendlinjer

I Figur 6.1 gis det i tillegg til en beskrivelse av fargekodene formler for trendlinjene. Benyttes disse kan spenningen ved merkeeffekt finnes til:

$$P_{ref}(250W) \Rightarrow U = \frac{\ln\left(\frac{250}{22,415}\right)}{0,011} = \underline{\underline{219,25[V]}}$$

$$P_{ref}(150W) \Rightarrow U = \frac{\ln\left(\frac{150}{10,463}\right)}{0,0119} = \underline{\underline{223,76[V]}}$$

$$P_{ref}(100W) \Rightarrow U = \frac{\ln\left(\frac{100}{3,4359}\right)}{0,0151} = \underline{\underline{223,24[V]}}$$

Ved merkespenning (230 V) blir effekten:

$$P_{250W}(230V) = 22,415e^{(0,011 \cdot 230)} = \underline{\underline{281,39[W]}}$$

$$P_{150W}(230V) = 10,463e^{(0,0119 \cdot 230)} = \underline{\underline{161,55[W]}}$$

$$P_{100W}(230V) = 3,4359e^{(0,0151 \cdot 230)} = \underline{\underline{110,75[W]}}$$

Sammenligner vi dette med resultatene fra laben, så ligger effektene her litt lavere ved tilsvarende spenninger. Dette kan komme av flere årsaker. Det kan ha med armaturenes alder og type å gjøre. Lyskildene kan også ha innvirkning på resultatene. Brenntimer er ikke registrert under målingene ettersom de ikke kjennes, men de kan være av betydning. Ellers så kan vær, temperatur og fuktighet i mastene muligens endre karakteristikken.

6.2 Grunnlag for vurdering av elektroniske og intelligente armaturer

Ved utskifting av armaturer i dag anbefales det på det sterkeste at de nye armaturene inneholder elektronisk forkoblingsutstyr [8]. Det er i denne oppgaven vist forskjeller mellom denne typen og konvensjonelle armaturer. Mens de konvensjonelle armaturene er spenningsavhengig, som Figur 6.1 viser, er elektronisk utstyr spenningsuavhengig.

Det har i denne oppgaven blitt målt på armaturene i testanlegget ved NTNU, Gløshaugen. Dette anlegget er et Philips Starsence-anlegg. I og med at grunnlaget av målinger dermed er best for intelligente Philipsarmaturer, er disse utgangspunktet for beregningene.

6.3 Grunnlag og metode

Febdok er et dataprogram for planlegging og dimensjonering av elektriske anlegg. Det er her en egen funksjon for veilys. Ved å benytte denne finnes spenningsfallet på kursen, og strømmene i hver fase. Anleggene som er benyttet til energiberegninger er begge IT-systemer. En forutsetning er da at det er 230 Volt symmetrisk trefase i tennskapet. Det er dessverre noen begrensninger i denne funksjonen av programmet.

- Det går ikke an å legge forskjellige armaturdimensjoner på samme kursen.
- Programmet beregner ikke effekttap i kabelen.
- Programmet beregner spenningsfall i kabelen, men programmet tar ikke hensyn til den ekstra effekten, og dermed også strømmen som trekkes grunnet dette tapet.

(Har hatt problemer med utskriftsfunksjonen under bruk av denne funksjonen av programmet)

Ved å legge inn aktuell kurs med tilhørende lengde, armaturstørrelse (kun en størrelse), antall armaturer, kabeltype og dimensjon beregnes spenningsfallet. Spenningsfallet funnet i Febdok blir videre benyttet som grunnlag til videre beregninger. Etter å ha delt anlegget i hvert mastepunkt, legges spenningsfallet fra Febdok manuelt inn for hvert punkt. Det er fordelt som mest i starten av kursen ettersom fasestrømmene her er størst. Ved å benytte spenningen satt i

hvert punkt, og armatureffekt finnes strøm trukket av hver armatur $I = \frac{P}{(U_l * \cos \varphi)}$.

Denne strømmen går mellom to faser, og hver fase får en strømkomponent som er forskjellig avhengig av hvilken annen fase armaturen er koblet til. For å finne den totale strømmen for hver fase i trefasekurser, gjøres forenklingen at det ikke er forskyvninger i spenningsvektorene eller strømvektorene. I de punktene der en fase har strømkomponenter fra begge de to andre fasene blir derfor summen av strømmen ganget med en faktor cosinus til 30°. Dette gir strømmene i hver fase på hvert punkt. I enfasekurser er det ikke noen komponent på kursen.

Benytter resistiviteten til kabelen per meter funnet i Febdok, $r = 0,00183\Omega/m$ (ved 20 °C for PFSP 3*10 Cu). Det er ikke gjort korreksjon for temperaturendringer. Ettersom strømmen i hvert punkt er kjent, beregnes tapene mellom hvert punkt for hver fase ved $P_{tap} = i^2 R$, der i er strømmen mellom punktene og R er ohmsk motstand i linjen mellom punktene. Ved å summere alle disse "deltapene" for alle fasene finnes tapet i anlegget ved den aktuelle armatureffekten. For konvensjonelle armaturer er formlene for effekt fra Figur 6.1 benyttet. Det er for hver kurs beskrevet hvilke armatureffekter som er benyttet i Febdok.

6.4 Energiberegninger i Høgskoleringen

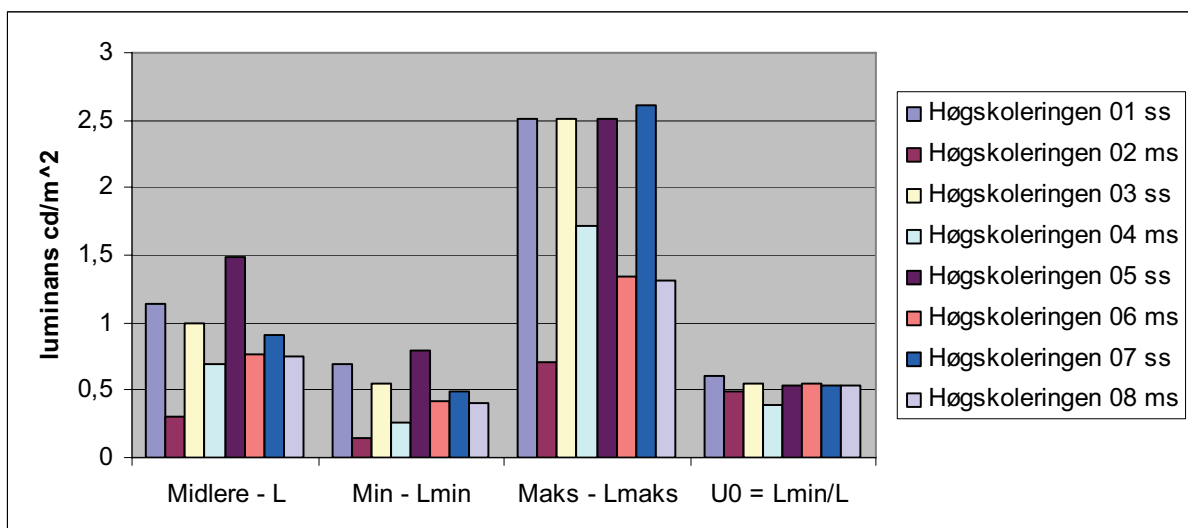
Det er allerede beskrevet at kursen i Høgskoleringen består av 22 armaturer fordelt på en ca 650 meter lang PFSP 3*10mm² kobberkabel (IT-system). Denne blir beskyttet av en 35 A smeltesikring. Avstanden mellom mastene varierer noe, men den blir regnet med som 30 meter i beregningene. Fra tennskapet til første mast regnes 20 meter.

Tabell 6.1 viser sammenlagrede strømmer og spenningsfallet på kursene med forskjellig armatureffekter. Effektene og $\cos \varphi$ er valgt etter målingene. Effektfaktoren er grunnlaget for $\cos \varphi$. Dermed blir effekten av de overharmoniske strømmene også medregnet. Som tabellen viser er det benyttet 152 Watt som effekt for konvensjonelle armaturer. Dette er et overslag, men energiberegningene (se Tabell 6.3) viser at det var et greit valg.

Tabell 6.1: Resultater og verdier fra Febdok, Høgskoleringen

	P_n [W]	$\cos \varphi$	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	Spenningsfall [V]
Elektroniske Philipsarmaturer						
20 % pådrag	63	0,94	3,8	3,8	3,5	4,4
50 % pådrag	110	0,97	6,4	6,4	6	7,7
100 % pådrag	170	0,99	9,7	9,7	9,1	11,9
Jevnt fordelte konvensjonelle armaturer	152	0,91	9,4	9,4	8,8	10,6

Høgskoleringen har en ÅDT på 4900. Ettersom dette er en vei uten midtdeler, så vil det medføre belyningsklasse MEW2. Det vil si krav om midlere luminans på 1,5 cd/m². Denne kan derimot reduseres i tider på døgnet med lavere trafikk tetthet. Minimal midlere luminans på denne type vei er derimot uansett ikke lavere enn 0,75 cd/m². Det har i løpet av våren også blitt gjennomført enkelte luminansmålinger i Trondheim. For den aktuelle veien i Høgskoleringen ligger målingene med ett unntak under kravet. Figur 6.2 viser målingene fra Høgskoleringen. "ss" betyr at målingene er tatt fra samme side som mastene, mens "ms" betyr at målingene er tatt fra motsatt side av mastene. Tallene er for forskjellige målepunkter.



Figur 6.2: Luminansmålinger i Høgskoleringen, tørr veibane

Figur 6.2 viser at midlere luminans ligger lavt. Måling to er ved en busslomme, og masten her står derfor lenger unna veien. Ved å bytte til elektronisk forkobling vil lysfluksen øke noe. Om kravene oppnås er derimot usikkert. I videre beregninger er det selv om det kanskje ville

medført for lav belysning medregnet mulighet for dimming. For mer informasjon om gjennomføring av luminansmålingene og resultater av disse, se [22].

6.4.1 Fotocelledrift

Veilyset i Trondheim styres i dag i hovedsak av fotoceller. Det er dessverre ingen logging av disse fotocellene, men det blir benyttet 4000 timer ved avregning. Det blir derfor også benyttet 4000 timer som grunnlag her. Tabell 6.2 viser energiberegninger for kursen i Høgskoleringen. Det er beregnet med dagens situasjon, dagens armaturer jevnt fordelt mellom fasene og elektroniske armaturer jevnt fordelt mellom fasene.

Tabell 6.2: Energiberegninger ved fotocelledrift, Høgskoleringen

	Dagens oppsett	Dagens armaturer jevnt fordelt	elektroniske armaturer
Pådrag	100 %	100 %	100 %
Armatureffekt	3029	3310	3740
Tap i linjer [W]	211	107	121
Total effekt [W]	3240	3417	3861
Antall timer [t]	4000	4000	4000
Energi [kWh]	3600	3797	4290

Dagens oppsett benytter effekter målt i dagens anlegg. I alternativet for konvensjonelle armaturer jevnt fordelt beregnes armatureffekten ved hjelp av formelen fra Figur 6.1. Ser at kun ved å endre tilkoblingen økes den gjennomsnittlige armatureffekten med bortimot 10 %. Det vil også medføre økt belysning. Når det er klart at anlegget sliter med å oppnå de lystekniske kravene, så er det et enkelt alternativ for å bedre situasjonen. Det totale energiforbruket er heller ikke så mye høyere. Dette kommer av de reduserte tapene denne endringen medfører. Kun 5,2 % øker energiforbruket med. Elektroniske armaturer vil bruke enda mer energi, 18,9 % mer enn dagens forhold. Denne armaturtypen vil derimot sikre en jevn og høyere belysning i hele anlegget.

6.4.2 Astronomisk ur

Her benyttes tider for soloppgang og solnedgang for tenning og slukking av lyset. Etter erfaringer fra testanlegget ved NTNU, Gløshaugen, vises det at disse tidene gjerne kan forskyves noe. I beregningene er det benyttet en forskyvning på 15 minutter etter solnedgang og før soloppgang. Ettersom anlegget er såpass dårlig belyst blir det ikke dimmet ned mer enn til 50 % pådrag. Philipsarmaturene fungerer bra ned til 20 % pådrag, men det ville ikke vært ansvarlig i dette anlegget. Tabell 6.3 viser energiberegningene ved en dimmestrategi der anlegget settes til 50 % pådrag mellom 23:30 og 04:45. Ser at med 15 minutter offset, så stemmer total driftstid relativt bra overens med fotocelleoverslaget. De to alternativene med dagens armaturer er med for oversikten. Ettersom det er noen flere timer blir energibruken noe høyere enn ved fotocelledrift. Det som også ses er at selv med dimming til 50 % pådrag over så store deler av natta, så er energiforbruket ikke mindre i det intelligente anlegget enn i dagens anlegg med fotocellestyring og konvensjonelle armaturer. Det som ville oppnås med å skifte til denne typen armaturer med denne styrestrategien er derimot en bedre belysning til de tidene av døgnet hvor behovet er størst.

Tabell 6.3: Energiberegninger ved astronomisk ur og 50 % pådrag mellom 23:30 og 04:45, Høgskoleringen

Driftstid [t]	4024,6		
Driftstid 100 % [t]	2207,1		
Driftstid 50 % [t]	1817,6		
	Dagens oppsett	Dagens armaturer jevnt fordelt	elektroniske armaturer
Armatureffekt 100 % [W]	137,7	150,5	170
Armatureffekt 50 % [W]			110
Total effekt 100 % [W]	3240	3417	3861
Total effekt 50 % [W]			2471
Energi 50 % [kWh]			1248
Energi 100 % [kWh]	3622	3820	2367
Energi totalt [kWh]	3622	3820	3615

6.5 Energiberegninger Brundalen

Som beskrevet tidligere inneholder den målte kursen i Brundalen 15 armaturer, der de 11 første har merkeeffekten 100 Watt og de fire siste merkeeffekten 150 Watt. Anlegget forsynes av en PFSP $3 \times 10 \text{ mm}^2$ kobberkabel (IT-system). Det er derimot kun to av fasene som er spenningssatt. Dette medfører at anlegget fungerer som en enfasekurs. Denne kursen er som kursen i Høgskoleringen ca 650 meter lang. Det er etter vurderinger regnet med 90 meter frem til første mast fra tennskapet, og 40 meter mellom mastene. I forhold til anlegget i Høgskoleringen er det her ca halvparten så mye installert effekt (1700 W mot 3300 W). Det er interessant å se hvilken effekt dette gir på resultatet av energibetraktningene. I motsetning til i Høgskoleringen er det ikke utført noen lystemiske målinger for dette anlegget. Det er ikke beregnet på muligheten for å redusere armatureffekten, noe som muligens kan være forsvarlig i hvert fall de fire ytterste armaturene. Styringen er heller ikke vurdert opp imot hva slags vei, og hvilke krav som dermed stilles her. Kursen er valgt som eksempel, og er valgt ettersom den er vesentlig mindre (med tanke på installert effekt) enn Høgskoleringen.

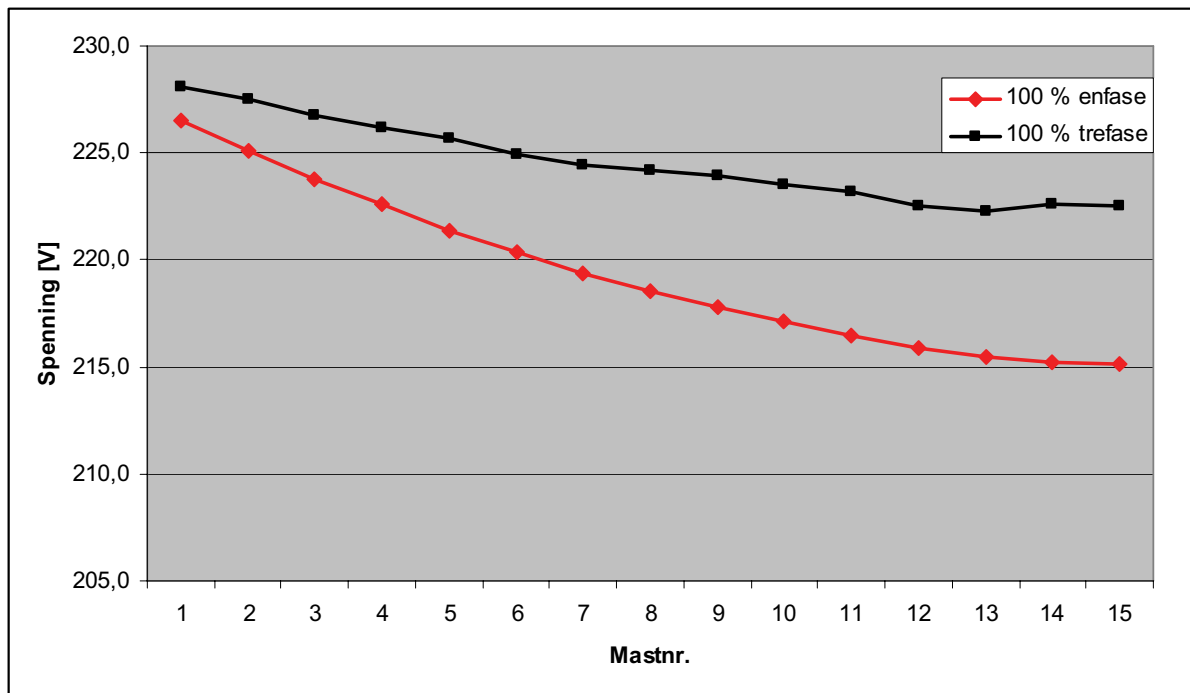
Det er også for denne kursen beregnet spenningsfall i Febdok. Ettersom det her er forskjellige armatureffekter på samme kursen er veilyksfunksjonen derimot ikke benyttet. Anlegget er bygget opp fra tennskapet, og mast for mast utover. Her er det i tillegg også med kabelen i mastene, som er en åtte meter lang PFSP $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ kobberkabel. Ved å benytte denne generelle funksjonen, beregner Febdok også tapene i linjene. Spenningsfallet blir også beregnet for hvert mastpunkt.

Tabell 6.4: Resultater og verdier fra Febdok, Brundalen

Elektroniske Philipsarmaturer	P_{tap} [W]	Cos φ	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	Spenningsfall [V]
Trefase						
50 % pådrag	21	0,97	3,3	3,3	3,1	5,0
100 % pådrag	49	0,99	5,0	5,0	4,8	7,7
Enfase						
50 % pådrag	41	0,97	5,6	5,6		9,6
100 % pådrag	95	0,99	8,5	8,5		14,9

Tabell 6.4 viser resultatene fra Febdok for spenningsfall, fasestrømmer og tap i linjene. Fra målingene i anlegget ble spenningsfallet beregnet til 11,3 Volt. Ser at det er noe større ved enfase belastning med elektroniske armaturer og 100 % pådrag. Det er ikke utført egne beregninger for konvensjonelle armaturer i Febdok for dette anlegget. I stedet benyttes spenningsfallet målt i anlegget som utgangspunkt for energiberegningene for alternativet med enfasebelastning og samme spenningsfall som elektroniske armaturer med 100 % pådrag ved trefasebelastning.

Spenningsfallet er mest drastisk i starten av kursen. Spesielt er dette med enfasebelastning. Figur 6.3 viser spenningen for mastene funnet i Febdok. Figuren viser kraftig fall i starte, spesielt for enfasekursen. Ettersom dette er for elektroniske armaturer vil ikke dette medføre noen effektforandring utover kursen. Spenningsfallet ville likevel hatt samme form for konvensjonelle armaturer, og de ville dermed raskt falt i effekt utover kursen. Trefasefordeling vil som figuren viser holde spenningen bedre oppe utover kursen.



Figur 6.3: Mastspenninger fra Febdok i Brundalen med elektroniske armaturer og 100 % pådrag

6.5.1 Fotocelledrift

For beregning av energiforbruket ved fotocelledrift er det benyttet de samme betraktningene som i Høgskoleringen. Unntaket er ved enfaseberegninger, hvor det ikke blir noen faktor på strømmen. I tillegg er tapene i alternativene med elektroniske armaturer hentet fra resultatene i Febdok. Tabell 6.5 viser energiberegninger for fotocelledrift i anlegget i Brundalen.

Tabell 6.5: Energiberegninger ved fotocelledrift, Brundalen

	Enfase konvensjonell	Trefase konvensjonell	enfase elektronisk	Trefase elektronisk
Pådrag	100 %	100 %	100 %	100 %
Armatureffekt [W]	1814	1890	1945	1945
Tap i linjer [W]	70	37	95	49
Total effekt [W]	1884	1927	2040	1994
Antall timer [t]	4000	4000	4000	4000
Energi [kWh]	2093	2141	2266	2215

Ser at enfasekoblede konvensjonelle armaturer trekker 1884 Watt etter beregningene. Dette er samme oppkobling som dagens situasjon i anlegget, og total effekt ble der målt til 1,95 kW. Denne forskjellen kan ha med en lokal forskjell i armatureffektene i forhold til formlene som er benyttet. Men i tillegg var spenningen i tennskapet under målingene på 234,5 Volt. I beregningene er det benyttet 230 Volt konsekvent som utgangspunkt. Denne reduksjonen medfører reduserte armatureffekter for de spenningsavhengige konvensjonelle armaturene. Den beregnede effekten for konvensjonelle enfasekoblede armaturer virker derfor meget realistisk. Ettersom denne også er beregnet med de samme forutsetninger og metoder som beregningene for de andre alternativene, blir resultatene fra denne også benyttet videre. Det er heller ikke sikkert at spenningen i tennskapet holder seg like høy som under målingene til andre tider.

6.5.2 Astronomisk ur

Det er her benyttet samme dimmestrategi som i Høgskoleringen. Det vil si 50 % fra 23:30 til 04:45. Det er også 15 minutter offset på soloppgang og solnedgang. Tabell 6.6 viser resultatene fra energiberegningene for styring med astronomisk ur i Brundalen.

Tabell 6.6: Energiberegninger ved astronomisk ur og 50 % pådrag mellom 23:30 og 04:45, Brundalen

Driftstid [t]	4024,6			
Driftstid 100 % [t]	2207,1			
Driftstid 50 % [t]	1817,6			
	Enfase konvensjonell	Trefase konvensjonell	enfase elektronisk	Trefase elektronisk
Total effekt 100 % [W]	1884	1927	2040	1994
Total effekt 50 % [W]			1295	1275
Energi 50 % [kWh]			654	644
Energi 100 % [kWh]	2106	2154	1251	1222
Energi totalt [kWh]	2106	2154	1904	1866

I dette anlegget viser beregningene altså muligheter for en energibesparelse ved å benytte astronomisk ur og den gitte dimmestrategien. Besparelsen er henholdsvis 9,0 % og 10,9 % i forhold til enfasekoblede konvensjonelle armaturer. Det kan nevnes at tapene i linjene ved 50 % pådrag er beregnet til 41 og 21 Watt for henholdsvis enfase og trefasebelastning.

6.6 Energisparepotensialet

Det er foretatt energiberegninger i to kurser med tilsvarende lengde og kabeltype. Anlegget i Høgskoleringen har derimot ca dobbelt så stor installert effekt som anlegget i Brundalen. I Brundalen er det enfase belastning, mens det i Høgskoleringen er armaturene fordelt på alle fasene, men fordelingen er skjev. Tabell 6.7 viser tapene i de beregnede kursene ved de forskjellige lastsituasjonene. Ser at det er størst tap i Høgskoleringen med dagens situasjon. Fordeles armaturene her symmetrisk trefase over halveres tapene. Ettersom det allerede er ført frem trefasekabel, er det kun kostnaden med å endre tilkoblingen i mastene som tilfaller.

Tabell 6.7: Beregnet tap for kursene ved forskjellige laster [W] (* dagens lastfordeling)

	konvensjonell		elektronisk			
	enfase	trefase	enfase	trefase	50 % enfase	50 % trefase
Høgskoleringen	211*	107		121		51
Brundalen	70	37	95	49	41	21

Tabell 6.8 viser de samme tapene her sett i forhold til hver armatur. Også her ses det ett større tap i Høgskoleringen.

Tabell 6.8: Beregnet tap per armatur for kursene ved forskjellige laster [W/arm] (* dagens lastfordeling)

	konvensjonell		elektronisk			
	enfase	trefase	enfase	trefase	50 % enfase	50 % trefase
Høgskoleringen	9,6*	4,9		5,5		2,3
Brundalen	4,7	2,5	6,3	3,3	2,7	1,4

Tap er en energi som er bortkastet. Det er derfor dette er poengtert. Tapene kan også ses igjen som spenningsfall i kursene, og ettersom det er størst tap i Høgskoleringen, så vises det også igjen i størst spenningsfall. Spenningsfall fører igjen til lavere effekter i konvensjonelle, spenningsavhengige armaturer, og det fører igjen til lavere energiforbruk totalt sett. Dette ses igjen i Tabell 6.9. Her er totalt energibruk veid mot energibruken ved enfase konvensjonelle armaturer. I Høgskoleringen vil det si dagens oppkobling. I Høgskoleringen gir ikke engang innføring av dimmestrategien med astronomisk ur energibesparelse.

Tabell 6.9: Energibruk i forhold til enfasetil koblete konvensjonelle armaturer

	Fotocelle				Astronomisk ur	
	Enfase konvensjonell	Trefase konvensjonell	enfase elektronisk	Trefase elektronisk	enfase elektronisk	Trefase elektronisk
Høgskoleringen	100,0 %	105,5 %		119,2 %		100,4 %
Brundalen	100,0 %	102,3 %	108,3 %	105,8 %	91,0 %	89,1 %

Ser at det mindre anlegget i Brundalen oppnår en energibesparelse på ca 10 % ved astronomisk ur og dimming. Dette gjelder både enfase og trefase oppkobling. Disse er derimot de eneste alternativene som gir energibesparelse. Ser at ved kun å endre armaturene til elektronisk og trefase belastning, så øker energiforbruket med 19,2 %. Dette vil derimot gi mye bedre belysning i anleggene. I forhold til dette alternativet gir alternativet med astronomisk ur en besparelse på 15,8 %. Det viser at ved utskifting, så er det mye å spare ved å samtidig innføre en dimmestrategi.

I Tabell 6.10 og Tabell 6.11 vises trekt armatureffekt, tap og total effekt i anleggene veid imot installert armatureffekt i de samme anleggene.

Tabell 6.10: Effekt i anleggene med konvensjonelle armaturer veid mot installert merkeeffekt

Høgskoleringen			
Installert effekt:		3300W	
Tilkobling	Armatureffekt	Tap	Totalt
Dagens sit.	91,79 %	6,39 %	98,18 %
Trefase	100,30 %	3,25 %	103,55 %
Brundalen			
Installert effekt:		1700W	
Tilkobling	Armatureffekt	Tap	Totalt
Enfase	106,70 %	4,11 %	110,81 %
Trefase	111,15 %	2,19 %	113,33 %

Tabell 6.11: Effekt i anleggene med elektroniske armaturer [100 %] veid mot installert merkeeffekt

Høgskoleringen			
Installert effekt:		3300W	
Tilkobling	Armatureffekt	Tap	Totalt
Trefase	113,33 %	3,68 %	117,01 %
Brundalen			
Installert effekt:		1700W	
Tilkobling	Armatureffekt	Tap	Totalt
Enfase	114,41 %	5,58 %	119,99 %
Trefase	114,41 %	2,85 %	117,26 %

Det kan ses en tendens om at desto høyere tapene er med konvensjonelle armaturer desto lavere er den totale effekten. Tapet har en direkte sammenheng med spenningsfallet, og resultatene viser at økningen i tap ikke kompenserer for reduksjonen i armatureffekten for konvensjonelle armaturer. For elektroniske armaturer er det derimot motsatt. Effekten som trekkes av armaturen er konstant, og tapene i overføringen kommer bare som et tillegg. Den reduserte effekten som trekkes av konvensjonelle armaturer som en følge av spenningsfall må kompenseres for å få energibesparelse av elektroniske armaturer med en dimmestrategi. Men det er klart at med en så stor forskjell som det er mellom dagens effektforhold i Høgskoleringen på 98 % av installert effekt, og en situasjon med elektronisk forkoblingsutstyr, som er funnet til 17 % over installert effekt, så skal det en del til for å utligne forholdene. Energiberegningene viser at strategien med astronomisk ur forskjøvet 15 minutter og 50 % pådrag fra 23:30 til 04:45 omtrent klarer det. For å oppnå en energibesparelse må altså en enda "kraftigere" dimmestrategi velges. Selv om dette er mulig, eksempelvis med luminansmeter, så er dette ett klart tegn på at det bør også være andre incitament for en utskifting av armaturene.

7 DISKUSJON

Igjennom uttestingen av styreprogrammet for veilys, har det vist seg at anlegget i sommermånedene kan bli slått av en periode om kvelden etter tenning. Dette er et problem ettersom anlegget kan virke ustabil i tillegg til at det er store muligheter for at luminanskravene ikke blir opprettholdt. Problemet med et anlegg som virker ustabil er at det fort blir en irritasjon for folk som ferdes eller bor i områdene. Det vil da kunne spre seg negative holdninger mot denne typen styring, og motivet om energibesparelser blir da ikke lenger like viktig. Problemstilling kan da bli at mens det ønskes et kjapt og responsivt system med tanke på energibesparelser, så ønskes det et "tregere" og mer stabilt system med tanke på komfort.

Veilysarmaturer trekker ved 230 Volt effekter godt over merkeeffekt. Dette gjelder både armaturer med konvensjonell og elektronisk forkobling. Laboratoriemålingene viser da at effekten typisk er da 15 % over merkeeffekt. Er spenningen derimot lavere enn merkeverdien, så vil konvensjonelle armaturer trekke lavere effekter, mens elektroniske vil holde seg på en jevn effekt. Unntaket har vist seg å være ved spenninger under 200 Volt. Mens de elektroniske armaturene har vist seg å ha særdeles små forskjeller over dette, indikeres individuelle forskjeller på armaturene under. Philipsarmaturen trekker da gradvis lavere effekter, mens Multiluxarmaturene holder effekten oppe helt ned imot minste driftspenning. Dersom dette er tilfellet for alle elektroniske Philipsarmaturer, medfører det at disse kun kan defineres som spenningsuavhengig over 200 Volt. I forbindelse med de utvidede laboratoriemålingene ble det testet minimale drift- og tennspenninger for armaturene. Disse målingene var vanskelig å få nøyaktig, og vil også trolig kunne variere noe. Laboratoriemålingene har blitt utført over to omganger. Dette var for å utvide måleområdet nedover den andre gangen. Resultatene viser derimot en liten reduksjon av de effektene som ble målt to ganger. Ettersom spenningene for hvert målepunkt ikke var mulig å holde helt fast, er det best å sammenligne endringene av resultatene for de elektroniske armaturene. Endringene mellom målingene er i størrelsesordenen 2-3 %.

Laboratoriemålingene av THD indikerer at de konvensjonelle armaturene har en høyere andel overharmoniske strømmer enn de elektroniske armaturene. Med ett unntak ligger de elektroniske armaturene under 10 %. De konvensjonelle armaturene er målt til enten rundt eller over 20 %. Målingene i anlegg i Trondheim tyder derimot på en variasjon fra anlegg til anlegg for konvensjonelle armaturer. Det er anlegg med konvensjonelle 150 Watts høytrykknatriumsarmaturer med under 10 % THD og anlegg med over 20 % THD. Mens de elektroniske armaturene i testanlegget i Høgskoleringen underbygger laboratoriemålingene med THD på rett under eller rett over 10 % avhengig av pådraget, så motstrider målingene fra anlegget i Okstad Park Syd med 70 Watts elektroniske armaturer laboratorieresultatene med over 20 % THD. Dette kan tyde på at THD er mer avhengig av armaturenes modell enn type forkobling.

Både feltmålingene og laboratoriemålingene viser en høyere effektfaktor for elektroniske armaturer enn konvensjonelle. Selv om effektfaktoren synker noe ved dimming av elektroniske armaturer, så viser målingene, med ett unntak i Høgskoleringen, at minimum effektfaktor er 0,95. Uten dimming ligger de fleste elektroniske armaturene på effektfaktor 0,99. For konvensjonelle armaturer er derimot effektfaktoren mer varierende fra armatur til armatur og fra kurs til kurs. Kursene det er målt på med konvensjonelle armaturer med unntak av Henrik Ourens vei og Brøsetveien har effektfaktorer mellom 0,85 og 0,93. Et problem kan

være defekt kondensator i forkoblingen i konvensjonelle armaturer. Dette gir en veldig lav effektfaktor, og armaturene kan da fort trekke bortimot dobbel av ”normal” strøm.

Fra målingene i reelle anlegg ble armatureffektene funnet til å være jevnt noe lavere enn laboratoriemålingene indikerte. Figur 6.1 viser effekttrendene fra feltmålingene for de forskjellige konvensjonelle armatureffektene. Disse indikerer ved merkespenning henholdsvis effekter på 12,5 %, 7,7 % og 10,8 % over merkeeffekt for armaturer på 250, 150 og 100 Watt. Dette er lavere enn det laboratoriemålingene tilsier. Lyskildenes alder kan ha betydning for dette. At armatureffektene er så lave vil også endre grunnlaget for energiberegninger i forhold til tidligere beregninger.

Spenningsforholdene i veilyskurser har vist seg å være veldig variable. Det er dokumentert spenningsfall på alt fra 1,5 Volt til over 65 Volt. I to av de målte kursene er det registrert spenninger under 200 Volt. I tillegg til testanlegget ved NTNU er det kun fire av kursene som ikke har registrert spenning på 220 Volt eller lavere. Spenningsfallet øker utover kursene, og for konvensjonelle armaturer vil det også medføre reduserende effektbruk og lysutbytte [21]. Tabell 7.1 og Tabell 7.2 viser minste målte spenning i forhold til merkespenning og effekt sett fra tennskapene veid mot installert armatureffekt for de forskjellige målte kursene med henholdsvis konvensjonelle og elektroniske armaturer. Tapene i anleggene er altså medregnet. Testanlegget 1 og 2 er fra de to forskjellige målingene med 11 og 10 funksjonelle armatureffekter (samme minimale spenning er benyttet). Det er ikke regnet med slukkete lamper i installert effekt.

Tabell 7.1: Analyse av minimal spenning og trekt effekt for kurser med konvensjonelle armaturer

	U_{\min}/U_n	P/P_{inst}
Bromstadveien	72,6 %	103,0 %
Brundalen	97,0 %	114,7 %
Brøsetveien	99,1 %	112,9 %
Fiolsvingen	95,6 %	109,6 %
Henrik Ourens vei	100,0 %	129,1 %
Høgskoleringen	92,6 %	98,2 %
Jonsvannsveien	85,7 %	107,2 %

Tabell 7.2: Analyse av minimal spenning og trekt effekt for kurser med elektroniske armaturer

	U_{\min}/U_n	P/P_{inst}
Okstad Park	102,2 %	131,0 %
Testanlegget 1	97,0 %	120,6 %
Testanlegget 2	97,0 %	115,3 %

Fra tabellene ses det at for konvensjonelle armaturer har alle kursene med konvensjonelle armaturer og minimal spenning under 96 % av merkespenningen, så trekker ingen over 10 % over installert effekt. Alle med høyere minimal spenning gjør derimot det. Kursene med elektroniske armaturer trekker godt over den installerte effekten. Ut ifra laboratoriemålingene er det ikke overraskende at målingene ligger 15-20 % over installert effekt. Når det gjelder Okstad Park, så kan den høye effekten forklares med at anlegget består av 70 Watts armaturer. Armaturene trekker her i snitt jevnt i overkant av 90 Watt. Dette er noe høyere en armaturen på 70 Watt som ble testet i laboratoriet. Denne forskjellen kan nok stort sett forklares med at det er produsent-/modellavhengig.

Energibesparelsen ved overgang fra fotocelledrift og konvensjonelle armaturer til astronomisk ur og dimmestrategien som er beskrevet er i dette prosjektet funnet til ca. 0 % og 10 % for de

to anleggene i Høgskoleringen og Brundalen. At ikke besparelsene blir større kan i stor grad tilskrives spenningsfall i kursene og lavere armatureffekter enn tidligere beregninger bygger på. I [21] beregnes energibesparelsen opp imot konvensjonelle armaturer på 176 Watt (150 Watts armaturer). Mastmålingene fra anleggene i denne oppgaven indikerer ved merkespenning 162 Watt. I tillegg er det i energiberegningene i denne oppgaven benyttet variabel spenningsavhengig armatureffekt for de konvensjonelle armaturene. Det vil si at armatureffektene for de konvensjonelle armaturene er forskjellige utover kursene etter som spenningen faller.

Ettersom energiberegningene tyder på reduserte muligheter til energibesparelse ved utskifting av armaturer i forhold til tidligere målinger, så vil det reduserer viljen til utskifting. Dette medfører at armaturutskiftinger i større grad også må ha andre incitament. Det er tidligere vist at lysfluksen reduseres drastisk ved reduserte spenninger i konvensjonelle armaturer. Det er klart at sånn som i Høgskoleringen, der armaturene i snitt trekker 137 Watt, så vil lysfluksen være langt under merkeverdiene. At de lystekniske forholdene i anlegget kan bli lavere enn kravene er da ikke vanskelig å forstå. Forholdene vil i tillegg til generell luminans kunne gå ut over luminansjevnheten, men først og fremst kan forhold som avviker for mye fra planleggingsverdiene gå ut over sikkerheten. Beregningene tyder også på at det ikke skal mye til for å forbedre forholdene. Eksempelvis kan armatureffekten ved kun å endre oppkoblingen i Høgskoleringen fra dagens måte til symmetrisk trefaseoppkobling økes til 150 Watt i snitt. Dette vil føre til en økning av energibruken med 5,5 %, men når lampeeffekten økes med 9,5 % er muligens det samfunnsøkonomisk forsvarlig. At endringen i energibruk ikke er større kommer av at tapene nær halveres. Anlegget i Brundalen er mindre og har mindre spenningsfall. Det er derfor ikke like drastiske endringer utbyttet av en tilsvarende endring, men tendensen ses også her.

8 KONKLUSJON

I denne oppgaven er det blant annet blitt utført målinger på armaturer og i tennskap ute i diverse veilyskurser i Trondheim. Resultatene fra disse viser:

- Det er stor variasjon i spenningsfall fra kurs til kurs. Det er registrert spenning er på under 200 Volt i to anlegg. Dette resulterer i visuelt merkbart lavere lysfluks fra armaturene. I tillegg indikerer målinger fra laboratoriet at elektroniske armaturer ikke nødvendigvis er spenningsuavhengige ved lavere spenninger enn 200 Volt. De elektroniske armaturene har også i noen tilfeller fått problemer med driften ved spenninger ned mot 170 Volt, og det er målt spenninger under dette i anlegg.
- I anlegg med konvensjonelle armaturer har spenningsfallet i anlegget direkte sammenheng med hvor stor effekt som trekkes av armaturene.
- I forhold til tidligere målinger, så tyder mastmålingene i anleggene med konvensjonelle armaturer på lavere effekter i forhold til spenningen. Ved merkespenning viser trenden fra alle disse mastmålingene en effekt på 161,55 Watt for 150 Watts armaturer, 110,75 Watt for 100 Watts armaturer og 281,39 Watt for 250 Watts armaturer. Av disse har 150 Watts armaturene best grunnlag med totalt med 43 mastmålinger.

Målingene fra veilyskursene i Trondheim er videre benyttet til å regne energisparepotensialet for to av kursene i målingene. De to kursene har 1700 Watt, Brundalen, og 3300 Watt, Høgskoleringen, i installert effekt, har samme lengde, 650 m, og samme kabeltype, PFSP 3*10mm². Disse beregningene indikerer:

- Spenningsfallet i kursene og dermed effekten trukket av de konvensjonelle armaturene er helt avgjørende for muligheten til å oppnå en vesentlig energibesparelse ved å bytte ut konvensjonelle armaturer med elektroniske armaturer og innføring av en dimmestrategi. Dimmingen må "ta igjen" den lavere effekten som trekkes av de konvensjonelle armaturene på grunn av at spenningen faller, og i de fleste tilfeller er under 230 Volt.
- Energisparepotensialet er funnet til 0 % (Høgskoleringen) og 10 % (Brundalen) ved å bytte de konvensjonelle armaturene med elektroniske Philipsarmaturer, og innfører astronomisk ur forskjøvet 15 minutter og dimmer til 50 % fra 23:30 til 04:45. En høy spenning i tennskapet vil øke energisparepotensialet.
- Ved å endre fra enfasefordeling (dagens fordeling i Høgskoleringen) av armaturene til symmetrisk trefasefordeling, vil armatureffektene i de beregnede kursene øke med 9,27 og 4,17 %, mens total effektbruk på kursene kun økes med 5,47 og 2,27 %.

Videre arbeid:

- Det bør igangsettes logging av minst ett av testanleggene med luminansmeterdrift over lengre tid. Minimum en vintersesong bør registreres. Det bør her også vurderes om anlegget fremstår stabilt, eller om det kan virke sjenerende til tider.
- Se på spenningsforholdene i flere eldre anlegg. Hvilken effekt gir disse i forhold til belysningsnivå i anleggene?
- Etersom det i flere tilfeller i denne oppgaven er funnet spenninger under 200 Volt i anlegg i Trondheim kan med fordel lysfluksen fra konvensjonelle armaturer ved lave spenninger kartlegges.

- Sammenhengen mellom installert effekt, spenningsfall og totalt trekt effekt i forhold til installert effekt bør undersøkes videre.

Referanseliste

- [1] Geir Morten Skjelsvold, Undersøkelse av styrestrategier med bruk av intelligente veilyssystemer, Masteroppgave våren 2006, Norges Teknisk- Naturvitenskapelige Universitet, Fakultetet for informasjonsteknologi, matematikk og elektronikk, Institutt for elkraftteknikk
- [2] Statens Vegvesen, håndbok 017, veg- og gateutforming, høringsutgave
- [3] Eilif Hugo Hansen og Hans-Henrik Bjørset, utgave 2005, Lysteknikk, Classica forlag AS, ISBN 82-7610-011-2
- [4] <http://en.wikipedia.org> (18.04.07)
- [5] Sturle Norheim, Utvikling av et avansert styringssystem for veibelysning, masteroppgave våren 2004, Norges Teknisk- Naturvitenskapelige Universitet, Fakultetet for informasjonsteknologi, matematikk og elektronikk, Institutt for elkraftteknikk
- [6] <http://www.vegvesen.no/vegnormaler/hb/017/index.htm> (02.11.06), Vegdirektoratet, november 1992
- [7] http://www.statensvegvesen.no/vegnormaler/hb/018/hb_018_web.pdf (31.10.06), håndbok 18, vegbygging, 01.05
- [8] Statens Vegvesen, håndbok 264, Teknisk planlegging av veg- og gatelys, høringsutgave, 2005
- [9] Echelon Corporation, Node Builder Users guide, Release 3.1 Revision 3
- [10] <http://www.lonmark.org/products/products.htm> (18.12.06)
- [11] Echelon Corporation, introduction to the Lon Works System, Version 1.0
- [12] Eilif Hugo Hansen, Elektroinstallasjoner, Utgave 2003, Classica forlag AS, ISBN 82-7610-010-4, 2. opplag 2004
- [13] <http://www.echelon.com/Products/development/nodebuilder/default.htm> (18.12.06)
- [14] Philips LFC 7050/00 Segment-kontrollenhet, Dataark
- [15] Philips LFC 7010/00 Utendørs armaturkontrollenhet, Dataark
- [16] http://www.selc.ie/html/products_2000.html (03.12.2006)
- [17] <http://www.analogic.no/dokumenter/975-0026-01%20Candelon%20Streetlights%20eng.pdf> (05.12.2006)

- [18] Pål J Larsen, Energisparepotensialet ved utskifting av gamle veilysanlegg, Prosjektoppgave høsten 2005, Norges Teknisk- Naturvitenskapelige Universitet, Fakultetet for informasjonsteknologi, matematikk og elektronikk, Institutt for elkraftteknikk

- [19] Connect PCU, Process Control Unit, Dataark, inkludert dataark for “extensionboards”

- [20] Norsk Elektroteknisk Komite, NEK 400:2006, 3. utgave, Norsk elektroteknisk norm, Elektriske Lavspenningsinstallasjoner,

- [21] Geir Morten Skjelsvold, Undersøkelse av styrestrategier med bruk av intelligente veilyssystemer, Masteroppgave våren 2006, Norges Teknisk- Naturvitenskapelige Universitet, Fakultetet for informasjonsteknologi, matematikk og elektronikk, Institutt for elkraftteknikk

- [22] Anders Roberg, Elektrotekniske og lystekniske forhold i Trondheim kommunes veilysnnett, Masteroppgave våren 2007, Norges Teknisk- Naturvitenskapelige Universitet, Fakultetet for informasjonsteknologi, matematikk og elektronikk, Institutt for elkraftteknikk

VEDLEGGSLISTE:

Vedlegg A: Tillegg til høringsutgaven av 017, Teknisk planlegging av veg- og gatelys

Vedlegg B: Styreprogrammet: Nettverksvariable, installasjonsprosedyre og utstyrliste

Vedlegg C: Resultater laboratoriemålinger

Vedlegg D: Resultater feltmålinger

Vedlegg E: Soldata, Trondheim

Vedlegg F: Resultater fra Febdok

Vedlegg G: Energiberegninger

Vedlegg H: Eksempel på logfiler (30/5-07 og 31/5-07)

Vedlegg A

Tillegg til veinormal

utdrag fra ny OIF

C.3.7 Vegbelysning

Vegbelysningen skal forhindre at det skjer ulykker på grunn av manglende oversikt når det er mørkt. Samtidig bør vegbelysningsanleggene ikke forbruke mer energi enn nødvendig.

Deite er nærmere beskrevet i håndbok 264 Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning.

C.3.7.1 Belysningsklasser

Belysningsklassene i MEW-serien skal brukes på vegger med fartsgrense 40 km/t og høyere.

Tabell C.38: Belysningsklasser i MEW-serien for vegger med fartsgrense 40 km/t og høyere

Klasse	Tørr tilstand		Våt tilstand		Synsbesettende blending	Belysning av omgivelsene
	$L_{0,1}$ (minimum opprettholdt nivå)	U_0 (minimum)	$U_{0,1}$ (minimum)	$U_{0,2}$ (minimum)		
MEW1	2,0	0,4	0,6	0,15	10^2	S_{R^1} (minimum) 0,5
MEW2	1,5	0,4	0,6	0,15	10^2	0,5
MEW3	1,0	0,4	0,6	0,15	15^2	0,5
MEW4	0,75	0,4	0,6	0,15	15	0,5
MEW5	0,5	0,35	0,6	0,15	15	0,5

1) Dette kriteriet benyttes kun der hvor det ikke er tilstøtende trafikkområder med egne krav
 2) Ved vanlige merke omgivelser bør ca 2/3 av angitt Tl-verdi ikke overskrides
 3) Kravene gjelder dekketype W4. Ved evt. bruk av W3 for drenerende dekker er kravet $\geq 0,20$

Belysningsklassene i CE-serien skal brukes i konfliktområder og for vegger med fartsgrense 30 km/t.

Tabell C.39: Belysningsklasser i CE-serien

Klasse	Horizontal belysningsstyrke	
	E_{min} i lux (minimum opprettholdt)	U_0 (minimum)
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4

Belysningsklassene i S-serien brukes for fortau, gang- og sykkelveger og andre områder som ligger separat eller langs en kjørebane, samt for gangveger, parkeringsplasser og skolegårder. Belysningsstyrken beregnes horisontalt.



Tabell C.40: Belysningsklasser i S-serien

Klasse	Horizontal belysningsstyrke	
	E_{min} i lux (minimum opprettholdt)	E_{min} i lux (minimum opprettholdt)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6

Tabell C.41: Belysningsklasser med tilsvarende lysnivåer

Klasse	Midlere luminans i cd/m^2		Midlere belysningsstyrke i lux	
	CE0	CE1	CE0	CE1
MEW1	30	20	50	30
MEW2	20	15	30	20
MEW3	15	10	20	15
MEW4	10	7,5	15	10
MEW5	7,5	5	10	7,5

For alle belysnings situasjoner skal det utføres lysberegninger i henhold til NS-EN 13201-3 Vegbelysning – Del 3: Beregning av ytelse.

Kravene til luminans og belysningsstyrke i tabellene er gitt som driftsverdier. Driftsverdien utgjør 80% av nyverdien for alle lamper (vedlikeholds faktor 0,8).

Et lysanlegg skal ikke startes eller avsluttes på trafikkmessige farlige punkter som for eksempel like før et vegkryss, gangfelt, skarp sving, bakketopp eller tunnel. Der luminansnivået er over 1 cd/m^2 (MEW1 og MEW2), skal det benyttes overgangssoner ved avslutning mot ubelyst veg. Overgangssonen bør ha et luminansnivå på ca. $0,5 \text{ cd/m}^2$ og en utstrekning på 80 – 200 m avhengig av fartsgrensen.



C.3.7.2 Etablering av belysningsanlegg

Ut fra trafiksikkerhetsmessige hensyn bør vegbelysning anlegges når sparte ulykkeskostnader oppveier kostnadene til anlegg og drift av anlegget. Virkninger av alternative trafiksikkerhetstiltak eller tiltak som utføres samtidig med belysning må også inngå i vurderingene.

Krav om belysning for ulike dimensjoneringsklasser er beskrevet i kapittel C.2. I tillegg skal følgende steder belyses for å redusere ulykkesrisikoen i mørke:

- gangfelt
- fysisk kanaliserte kryss i hovedvegen
- rundkjøringer
- bomstasjoner
- ferjeleier
- etablerte viltkryssinger, som for eksempel åpninger i et villgjerd.
- gangtunneler (unntatt der det er lite fotgjengertrafikk og store kostnader for fremføring av strøm)
- korte strekninger (< 500 m) mellom belyste strekninger, for å få sammenheng i belysningen

Følgende vegger bør belyses:

- vegger med parallellført gang- og sykkelveg
- gang- og sykkelvegger som ikke følger hovedvegen
- planskilt eller malte kanaliserte kryss med stor kompleksitet
- strekninger med mye kryssende vilt
- bruer med lengde ≥ 100 m uten fysisk skille mot gang- og sykkeltrafikk



C.3.7.3 Valg av belysningsklasse

På strekninger hvor det skal settes opp veg- eller gatebelysning skal belysningsklasse velges i henhold til tabell C.42. For vegger med fartsgrense 30 km/t velges tilsvarende CE-klasse.

Tabell C.42: Valg av belysningsklasse MEW for vegger.

ADT	< 1 500	1 500 - 4 000	4 000 - 8 000	8 000 - 12 000	> 12 000
Vegger med midtrekkverk/midtdeler		MEW3	MEW3	MEW3	MEW3
Vegger uten midtrekkverk/midtdeler	MEW4	MEW3	MEW2	MEW2	MEW2

- Man bør gå opp en belysningsklasse i følgende områder:
 - i konfliktområder, som gangfelt og viktige og kompliserte kryss
 - på strekninger med vanskelige trafikkforhold
 - på strekninger med mange myke trafikkanter eller forstyrrende lys fra omgivelsene
- Det skal ikke være større forskjell enn to relevante belysningsklasser mellom tilstøtende områder.
- Dersom man benytter metallhalogenlamper kan man redusere luminansnivået med 10 % (for eksempel fra 1,0 til 0,9 cd/m²).
- Belysningen kan nedreguleres i tidsrom hvor det er mindre belysningsbehov (for eksempel sent på natten). Dersom man velger å ikke installere et regulerbart anlegg, skal dette begrunnes ut fra en LCC-analyse (levetidskostnader).

Belysning av områder og kryss
 CE-klassene benyttes for valg av belysningsklasse i kryss med egne svingefelt, rundkjøringer, fergeleier, bomstasjoner og eventuelt andre trafikale områder der det er nødvendig med belysning. Disse klassene kan også benyttes for atkomstveger. Kravene er vist i tabellen nedenfor.

Tabell C.43: Belysningsklasser CE for områder og kryss

Belysningsklasse	Vegkryss og rundkjøringer ¹⁾	Atkomstveger	Fergeleie med billettvalg	Bomstasjoner, tolstasjoner, kontrollplasser m.v. torp, lommer m.m.	Bussterminaler, parkeringsplasser, trosser	Gangtunneler
CE0			Oppstillingsplass	Manuelt		Dag ²⁾
CE1	MEW1 er valgt for hovedveg		Fergeleier/kaiområde	Automatisk bejlingsområde		
CE2	MEW2 er valgt for hovedveg				Bussterminaler ³⁾	
CE3	MEW3 er valgt for hovedveg		Oppstillingsplass og kjørsområde	Oppstillingsplass og inn- og utkjøringsareal	Busstommer belyst veg, viltkryssinger	Natt
CE4	MEW4 er valgt for hovedveg	Som alternativ til MEW4		Kjøttingsplasser	Parkeringsplasser ⁴⁾ Apne plasser/torp ⁵⁾	
CE5		Som alternativ til MEW5			Rasteplasser, Busstomme ubelyst veg	
Blendingsklasse						D6
Avkjøringsklasse	I belyste områder skal anlegget tilfredsstille CE4. Ved overgang til ubelyste vegområder og der lyset kan forstyrre sjø- eller lufttrafikk skal anlegget tilfredsstille CE6.					

- 1) Vegkryss skal ha samme belysningsnivå som hovedvegen, men for viktige og kopierte kryss bør planleggeren gå opp en belysning.
- 2) Gjelder kun lange tunneler hvor dagslyset ikke slipper tilstrekkelig inn og hvor det er stor gull-trafikk.
- 3) Ved liten gull-trafikk brukes CE3.
- 4) CE3 kan velges der trafikk i mørket eller ved store krav til sikkerhet. CE5 kan velges der det er mindre behov for belysning.
- 5) CE5 kan velges der omgivelsenes belysningsnivå er lavt.

182

181

Vegkryss

Vegkryss skal være fullverdig belyst i en avstand som tilsvarer stoppsikten (målt fra midten av krysset). I kanaliserte vegkryss må den fullverdige belysningen i innkjøringsfeltene strekke seg til enden av kanaliseringen dersom denne er lengre enn stoppsikten. Ved kanaliserte kryss på ubelyst veg skal det være overgangssoner når luminansnivået i krysset er over 1 cd/m².

Belysning av sideveger, avkjørsler, busslommer nær hovedveg er ubelyst

Følgende punkter skal oppfylles:

- Veg belysningsklasse CE5. Sterkere belysning kan føre til økt ulykkesrisiko på hovedvegen.
- Belysningen skal ikke være så sterk eller slik rettet at den virker blendende eller synsnedsettende for trafikantene på hovedvegen. Armatur nærmest hovedvegen skal tilfredsstille avkjøringsklasse C6 eller blendingsklasse D6.
- Planleggeren må unngå at områder der fotgjengere ferdes på hovedvegen blir liggende i et mørkere område enn det belyste området.

Sideveger bør normalt ikke belyses helt fram mot ubelyst hovedveg. Hvis det likevel er behov for belysning, skal:

- denne ha en overgangssone i belysningsklasse MEW5. Eventuelt kan krysset på hovedvegen belyses.
- første lyspunkt plasseres minimum 15 m fra kantlinjen på hovedvegen.

Avkjørsler på ubelyst veg skal normalt ikke belyses særskilt. Det må heller ikke settes blendende lamper i portstolper og lignende.

Når spesielle hensyn tilsier at en avkjørsel kan belyses, skal:

- lysarmaturen plasseres slik at kravene til maksimal blending fra sideslysantlegg tilfredsstilles.
- første lyspunkt plasseres minimum 15 m fra kantlinjen på hovedvegen.

Det er viktig at trafikantene ikke får feil informasjon om vegens linjeføring. I kurver bør en derfor være spesielt varsom med å belyse avkjørsler.

Generelt bør busslommer på ubelyst veg ikke belyses. Lyset som faller på kjørevegen kan gi en falsk trykksfølelse for fotgjenger som krysser i nærheten av busslommen. Hvis man av andre hensyn likevel velger å belyse busslommen, bør lyspunktshøyden være liten. Hvis gående krysser vegen i lommens umiddelbare nærhet, kan det alternativt settes opp to ordinære lyspunkt.

Belysning av gang- og sykkelveger

Gang- og sykkelveger skal belyses i henhold til følgende krav:

- Belysningsnivået på gang- og sykkelvegen skal ikke ligge mer enn to belysningsklasser under hovedvegen.
- Ved liten og middels gang- og sykkeltrafikk benyttes belysningsklasse S4.
- Ved stor gang- og sykkeltrafikk og i sentrumsområder benyttes belysningsklasse S2.
- Undergang belyses etter belysningsklasse CE.
- For å unngå ubehagsblending av fotgjenger ved små lyspunktshøyder, skal armaturens blendingsfall tilfredsstille blendingsklasse D6.

Belysning av gangfelt

Lysmaster ved gangfelt bør plasseres slik at man oppnår en god negativ kontrast, med fotgjengeren som en mørk siluett mot en lys bakgrunn.

- Alle gangfelt skal minst tilfredsstille MEW3 i en utstrekning på 50-100 m til hver side for kryssingsstedet.
- For å oppnå tilfredsstillende kontrast mellom gående og bakgrunnen (kjørebanen) bør lyspunktet plasseres i en avstand fra gangfeltet minst lik lyspunktshøyden. Et gangfelt plassert midt mellom to master gir best synsbetingelser for begge kjøretninger.
- Gangfelt bør belyses fra begge sider av vegen. Ved smale veger kan belysning på en side vurderes.
- Lysanlegg ved gangfelt skal ikke nedreguleres eller slås av i mørke.

Intensivbelysning av gangfelt skal kun brukes der det kan sikres at gående ikke krysser vegen utenfor gangfeltet. Et unntak er gangfelt på en bakketopp. På ubelyste veger eller på veger med luminansnivå under 1 cd/m^2 bør ikke gangfelt intensivbelyses.

Vedlegg B

Fra/om Styreprogrammet

Detaljer rundt implementering av styringssystem

Innstillinger for PCU i LonBuilder

HARDWARE	
Neuron Chip	3150
Input Clock Rate	5MHz
Firmware Version	6

HUKOMMELSE	
ROM Size	0
Flash Size	128
RAM Size	0
I/O Size	0

Prosedyre

1. Sett opp en ruter fra den interne bussen i LonBuilder til strømmettet. Dette kan for eksempel gjøres med "LonWorks Powerline Coupling Circuit" fra LonBuilderens "SMX Adapter".
2. Sett opp innstillinger for "hardware", hukommelse og applikasjon.
3. Skriv Neuron C koden i en editor (for eksempel Notepad)
4. Last noden, og kompiler applikasjonen.
5. Eksporter XIF- og NXE-filer fra noden.
6. Installer noden i LonMaker.

[SN, master, vedl.E]

Nettverksvariabler				
<i>Navn:</i>	<i>Funksjon:</i>	<i>Enhet:</i>	<i>Initiell verdi:</i>	<i>Type:</i>
Input:				
nivON	Overstyring, lys på	Boolsk	0	SNVT_switch
nviOFF	Overstyring, lys av	Boolsk	0	SNVT_switch
nviTrafficDens	Trafikktetthet	ÅDT	20000	USER TYPE
nviTrafficSpeed	Trafikkhastigheten	km/h	80	USER TYPE
nviAstroSched	Gjeldende astronomiske scene	-	1	SNVT_scene
Configuration:				
nciRoadType	Gjeldende veiklasse	-	VUM	SNVT_state
nciVMMLumDem1	Luminanskrav iflg veiklasse VMM og ÅDT < 1500	cd/m ² *1000	500	USER TYPE
nciVMMLumDem2	Luminanskrav iflg veiklasse VMM og ÅDT > 1500	cd/m ² *1000	1000	USER TYPE
nciVUMLumDem1	Luminanskrav iflg veiklasse VUM og ÅDT < 1500	cd/m ² *1000	750	USER TYPE
nciVUMLumDem2	Luminanskrav iflg veiklasse VUM og ÅDT 1500-4000	cd/m ² *1000	1000	USER TYPE
nciVUMLumDem3	Luminanskrav iflg veiklasse VUM og ÅDT > 4000	cd/m ² *1000	1500	USER TYPE
nciGLumDem1	Luminanskrav iflg veiklasse G og ÅDT < 4000	cd/m ² *1000	1000	USER TYPE
nciGLumDem2	Luminanskrav iflg veiklasse G og ÅDT > 4000	cd/m ² *1000	1500	USER TYPE
nciQueueLumDmVMM	Lum. Krav hvis kø og veitype VMM	cd/m ² *1000	500	USER TYPE
nciQueueLumDmVUM	Lum. Krav hvis kø og veitype VUM	cd/m ² *1000	750	USER TYPE
nciFogLightLevel	Pådrag hvis tåke	0-100 %	50	SNVT_lev_cont
nciQueueSpeedLim	Trafikkhastighet som indikerer kø	km/h	30	USER TYPE
nciTimerDelaySec	Definert tidsforsinkelse for av og påslag	sek	600	USER TYPE
nciTimerContrSec	Luminansmålings intervall	sek	1	USER TYPE
nciTimerEnrgySec	Tid mellom hver energirapport	sek	3600	USER TYPE
nciCalibLow	Fratrekk for startpunkt måling	-	0	USER TYPE
nciCalibration	Kalibreringsfaktor	-	{1000,1000}	SNVT_muldiv
nciNrOfSamples	Antall samplinger av luminans i hver måling	-	60	USER TYPE
nciCarLightLevel	Grense for filtrering av måleverdier	cd/m ² *1000	8000	USER TYPE
nciLumDelta	Akseptabelt avvik fra gjeldende lum.krav før dimming	cd/m ² *1000	150	USER TYPE
nciPulsPerkWh	Antall pulser per kWh	-	640	USER TYPE
nciStepValue	Antall dimmeprosent i hver syklus	0-100 %	5	SNVT_lev_cont
nciLightLow	Minimums dimmeprosent nattetid	0-100 %	25	SNVT_switch
nciAstro	Astronomisk scene kommando	-	1	SNVT_scene
Output:				
nvoONpriority	Overstyring PÅ	Boolsk	-	SNVT_switch
nvoOFFpriority	Overstyring AV	Boolsk	-	SNVT_switch
nvoLampPrio	Pådraget til veilyset	0-100 %	-	SNVT_switch
nvoQueueInd	Aktivert = Kø	Boolsk	-	SNVT_switch
nvoVisibilityInd	Aktivert = Dårlig sikt	Boolsk	-	SNVT_switch
nvoLumDemand	Gjeldende luminanskrav	cd/m ² *1000	-	USER TYPE
nvoLuminance	Siste målte luminans	cd/m ² *1000	-	USER TYPE
nvoEnergyLastHr	Energiforbruk siste time	kWh	-	SNVT_elec_kwh
nvoEnergyTotal	Energiforbruk siste periode	kWh	-	SNVT_elec_kwh

Utstyrsliste for implementering og uttesting på lab av styreprogram

- Connect PCU, Serienr.: 00391, Neuron ID:02 89 83 53 02 00
- Multiluxarmatur, 70 Watt, SELC 2000 HID Smart Ballast
- FLUKE 43B Power Quality Analyzer, 944 410 043 081
- Inkl. strømtang: Fluke 80i-110s AC/DC Current probe
- Fluke 112 True RMS multimeter, NTNU-nr.: S03-0358
- Likeretter: Metric, M09-40A, NTNU-nr: B02-0191
- Svea: Router RTR-24, 11435-011
- LonBuilder
- LonWorks Power Line Coupling Circuit, PL-20 L-N 240 V, Model 78200

Vedlegg C

Armaturmålinger fra lab

Labmålinger med konvensjonell Helvararmatur

Dato:	12.02.2007 og 17.04.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Roberg
Forsøk nr.:	3

Merkeidata ballast:	
Fabrikkat:	Helvar
Modell:	NK 150 T
Effekt:	150 W
Spenning:	230-240 V, 50 Hz
Strøm:	1,8 A
Cos φ	0,42
Armaturnr.:	E72 1215 106

Merkeidata Lyskilde	
Effekt	150 W
Merke/Type	Ostram/Vialox NAV-T

Benyttet måleutstyr:	
FLUKE 43B Power Quality Analyzer	944 410 043 081
med strømtang: Fluke 80i-110s AC/DC Current probe	
Fluke 179 True RMS Multimeter	S03-0347
Lübecke Vario, RS2-260 B	B01-0505

Måleresultater

Forsøk nr.		12.02.2007									
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]			
200	123	688	0,93	51	133	50	0,96	23			
210	136	699	0,93	56	147	50	0,96	24			
220	158	771	0,93	63	170	50	0,95	13			
230	173	817	0,92	72	188	50	0,95	15			
240	195	870	0,94	73	208	50	0,97	16			
250	216	924	0,94	80	230	50	0,98	19			
Spenning [V]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	11h [mA]	13h [mA]	15h [mA]	17h [mA]		
200	639	99	32	36	102	40	20	22	50		
210	677	105	31	38	100	40	18	19	42		
220	745	121	32	39	105	43	12	20	38		
230	791	129	35	46	112	44	13	22	46		
240	838	145	40	54	121	55	13	28	52		
250	884	160	42	62	141	64	16	35	74		

Forsøk nr.		17.04.2007									
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]		
170	92	587	0,92	39	100	50	0,97	12	553		
180	102	617	0,92	44	111	50	0,97	11	586		
190	113	649	0,92	48	123	50	0,96	10	617		
200	126	684	0,92	53	137	50	0,96	13	655		
210	141	720	0,93	55	151	50	0,97	11	694		
220	154	756	0,93	60	165	50	0,96	9	732		
230	169	798	0,93	69	183	50	0,96				
240	188	848	0,93	77	203	50	0,97				
250	214	904	0,94	75	227	50	0,99				
Spenning [V]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	11h [mA]	13h [mA]	15h [mA]	17h [mA]	THD [%]	
170	553	93	28	41	110	82	39	23	45	31,6	
180	586	96	28	45	107	71	33	24	61	29,9	
190	617	99	31	45	101	74	25	25	62	28,6	
200	655	104	31	40	101	67	19	19	50	26,4	
210	694	110	33	40	99	63	20	18	42	24,6	
220	732	115	31	39	95	62	19	16	37	23,6	
230										24,7	
240										25,6	
250										28,2	

Minste Tennspenning	100 V
Minste Driftsspenning	35 V

Labmålinger med konvensjonell Helvararmatur

Dato:	12.02.2007 og 17.04.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Roberg
Forsøk nr.:	4

Merkedata ballast:

Fabrikkat:	Helvar
Modell:	NK 150 T
Effekt:	150 W
Spenning:	230-240 V, 50 Hz
Strøm:	1,8 A
Cos ϕ	0,42
Armaturnr:	E72 1215 106

Merkedata Lyskilde

Effekt	150 W
Merke/Type	Philips/SON-T plus

Benyttet måleutstyr:

FLUKE 43B Power Quality Analyzer	944 410 043 081
med strømting: Fluke 80i-110s AC/DC Current probe	
Fluke 179 True RMS Multimeter	S03-0347
Lübecke Vario, R52-260 B	B01-0505

Måleresultater

Forsøk nr. 4 08.02.2007

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos ϕ	DC [mA]
200	129	692	0,93	51	138	50	0,97	58
210	146	740	0,94	51	155	50	0,98	35
220	164	784	0,95	52	172	50	0,99	39
230	181	826	0,95	57	190	50	0,99	48
240	200	871	0,95	63	210	50	0,99	53
250	219	923	0,95	72	230	50	0,99	58

Spenning [V]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	11h [mA]	13h [mA]	15h [mA]	17h [mA]
200	665	100	28	33	109	42	17	17	47
210	713	110	37	35	108	40	17	14	41
220	757	121	47	40	112	37	16	25	40
230	799	127	50	43	120	37	16	16	42
240	839	140	49	49	129	44	15	18	49
250	882	154	57	57	150	47	17	23	69

Forsøk nr. 4_a 17.04.2007

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos ϕ	DC [mA]
170	94	589	0,93	36	100	50	0,98	25
180	104	622	0,93	40	112	50	0,98	25
190	115	654	0,93	46	124	50	0,97	25
200	129	688	0,94	47	137	50	0,98	24
210	146	731	0,95	49	154	50	0,98	24
220	160	768	0,95	55	169	50	0,98	32
230	174	807	0,94	63	186	50	0,98	
240	194	858	0,94	68	206	50	0,98	
250	215	912	0,94	75	228	50	0,99	

Spenning [V]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	11h [mA]	13h [mA]	15h [mA]	17h [mA]	THD [%]
170	559	88	20	37	100	83	36	18	44	29,6
180	590	93	20	42	97	74	32	20	64	28,3
190	677	95	19	40	91	67	32	20	62	26,5
200	661	102	20	40	91	64	26	15	49	24,8
210	702	110	23	44	91	61	24	13	43	23,5
220	744	115	24	44	92	60	23	14	38	22,7
230										24,1
240										25,5
250										26,8

Minste Tennspenning	168 V
Minste Driftsspenning	110 V

Labmålinger med elektronisk Philipsarmatur

Dato:	08.02.2007 og 17.04.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Robberg
Forsøk nr.:	5

Merkeidata:	
Fabrikat:	Philips
Produksjonsår:	Ukjent
Effekt:	150 W
Spenning:	220-240 V, 50-60 Hz
Strøm:	0,75 A
PF	0,98
Annen data	Philips HID-DynaVision Electronic Ballast HID-DV 150/S SON-1-10V

Merkeidata Lyskilde	
Effekt	150 W
Merke/Type	Osram/Vialox NAV-T

Benyttet måleutstyr:	
FLUKE 43B Power Quality Analyzer	944 410 043 081
med strømtang: Fluke 80i-110s AC/DC Current probe	
Fluke 179 True RMS Multimeter	S03-0347
Lübecke Vario, R52-260 B	B01-0505

Måleresultater

Testnr.: 5 08.02.2007

100 % pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]
200	177	891	0,99	19	178	50	1	8	887	48	12	16	13
210	177	848	0,99	21	178	50	1	8	844	47	13	15	15
220	177	810	0,99	24	178	50	1	7	805	50	12	16	13
230	176	773	0,99	26	178	50	1	7	769	51	11	16	13
240	176	743	0,99	28	178	50	0,99	7	739	51	11	16	14
250	176	713	0,99	30	178	50	0,99	7	709	49	13	14	16

med dimming til 50% pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]
200	116	586	0,99	19	117	50	0,99	8	581	45	10	16	11
210	116	560	0,99	20	118	50	0,99	6	555	44	9	16	11
220	116	536	0,98	22	118	50	0,99	6	532	43	11	16	11
230	116	513	0,98	24	118	50	0,99	7	510	41	11	13	11
240	116	494	0,98	26	118	50	0,98	7	489	41	11	13	11
250	115	475	0,97	28	119	50	0,98	8	470	45	11	16	13

med dimming til 20% pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]
200	65	336	0,96	18	68	50	0,98	2	330	39	8	13	10
210	65	323	0,96	19	68	50	0,97	1	318	40	8	13	11
220	65	311	0,95	21	68	50	0,97	2	306	40	9	12	11
230	65	299	0,95	22	69	50	0,96	2	295	39	8	11	11
240	65	289	0,94	24	70	50	0,95	2	284	39	9	12	13
250	65	280	0,93	26	70	50	0,95	2	275	40	9	11	12

Labmålinger med elektronisk Philipsarmatur

Dato:	08.02.2007 og 17.04.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Roberg
Forsøk nr. :	6
Merkedata:	
Fabrikat:	Philips
Produksjonsår:	Ukjent
Effekt:	150 W
Spenning:	220-240 V , 50-60 Hz
Strøm:	0,75 A
PF	0,98
Annen data	Philips HID-DynaVision Electronic Ballast HID-DV 150/S SON-1-10V
Merkedata Lyskilde	
Effekt	150 W
Merke/Type	Philips/Son-T plus
Benyttet måleutstyr:	
FLUKE 43B Power Quality Analyzer	944 410 043 081
med strømting: Fluke 80i-110s AC/DC Current probe	
Fluke 179 True RMS Multimeter	S03-0347
Lübecke Vario, R52-260 B	B01-0505

Testnr. :	5_a	17.04.2007													
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]		
170	65	387	0,98	13	66	50	0,99	16	384	44	16	8			
180	109	610	0,99	15	110	50	1	15	607	46	17	11			
190	150	796	0,99	17	151	50	1	15	791	47	17	12			
200	172	864	0,99	19	173	50	1	18	859	48	16	13			
210	172	821	0,99	21	173	50	1	18	817	47	16	13			
220	173	793	0,99	22	174	50	1						6,9		
230	173	758	0,99	24	174	50	1						7,4		
240	172	726	0,99	26	174	50	0,99						7,6		
250	172	699	0,99	28	175	50	0,99						8,1		
med dimming til 50% pådrag															
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]		
170	67	400	0,98	13	69	50	0,99	2	386	40	14	8	11,8		
180	110	612	0,99	15	110	50	1	2	610	45	16	11	8,3		
190	113	599	0,99	17	114	50	1	2	596	45	17	11	8,4		
200	113	570	0,99	18	114	50	0,99	2	566	44	16	11	8,8		
210	112	544	0,99	20	114	50	0,99	1	540	42	16	10	9,1		
220	112	521	0,98	21	114	50	0,99	2	516	42	16	11	9,2		
med dimming til 20% pådrag															
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]		
170	63	380	0,98	13	65	50	0,99	2	375	40	15	9	11,8		
180	63	360	0,98	14	65	50	0,99	1	356	40	14	9	12,2		
190	63	342	0,97	16	65	50	0,98	2	338	39	14	10	12,6		
200	63	327	0,97	17	65	50	0,98	2	321	38	13	10	13,4		
210	63	313	0,96	19	66	50	0,97	1	308	38	13	11	13,8		
220	63	301	0,95	20	66	50	0,97	2	296	38	13	11	14,7		
Minste Tennspenning	183 V														
Minste Driftspenning	160 V														

Labmålinger med konvensjonell Philipsarmatur

Dato:	12.02.2007 og 18.04.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Roberg
Forsøk nr. :	7
Merkeidata:	
Fabrikat:	Philips
Produksjonsår:	1986
Effekt:	150 W
Spenning:	230V , 50 Hz
Strøm:	0,9 A
Cos φ	0,9
Annen data	Philips M6 34 LA, SGS 230/150 TG 8 222 423 817 Merket 14
Merkeidata	
Effekt	150 W
Merke/Type	Osram/Vialox NAV-T
Benyttet måleutstyr:	
	FLUKE 43B Power Quality Analyzer 944 410 043 081 med strømtang: Fluke 80i-110s AC/DC Current probe
	Fluke 179 True RMS Multimeter S03-0347
	Lübecke Vario, R52-260 B B01-0505

Måleresultater

Testnr. : 6 08.02.2007

100 % pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]
200	177	892	0,99	20	178	50	1	2	888	49	15	18	13
210	177	847	0,99	21	178	50	1	2	843	49	11	17	13
220	177	808	0,99	24	178	50	1	4	805	49	11	16	13
230	176	774	0,99	26	178	50	1	2	770	49	10	16	13
240	176	744	0,99	28	178	50	0,99	4	740	50	8	16	13
250	176	714	0,99	30	178	50	0,99	4	709	51	10	17	13

med dimming til 50% pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]
200	116	585	0,99	19	117	50	0,99	4	580	45	8	16	11
210	116	559	0,99	21	117	50	0,99	4	555	45	8	16	11
220	115	534	0,98	22	118	50	0,99	3	529	44	8	16	11
230	115	513	0,98	24	118	50	0,99	3	508	43	8	16	11
240	115	492	0,98	26	118	50	0,98	4	489	43	9	16	11
250	115	474	0,97	28	119	50	0,98	4	469	43	9	16	13

med dimming til 20% pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]
200	65	335	0,96	18	67	50	0,98	8	330	40	7	14	9
210	65	321	0,96	19	67	50	0,97	8	316	40	8	13	9
220	65	309	0,95	21	68	50	0,97	6	303	40	8	13	11
230	65	297	0,94	23	68	50	0,96	7	292	38	9	13	11
240	65	288	0,94	24	69	50	0,95	7	283	39	8	11	11
250	65	279	0,93	26	70	50	0,95	8	272	38	10	11	11

Testnr. : 6_a 17.04.2007

100 % pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]
170	66	402	0,98	13	69	50	0,99	13	400	41	9	13	9	11,2
180	109	609	0,99	16	110	50	1	14	605	46	9	16	12	8,5
190	151	799	0,99	17	152	50	1	13	796	49	11	17	12	6,8
200	173	868	0,99	20	174	50	1	13	864	50	13	18	13	6,7
210	172	826	0,99	21	174	50	1	13	822	48	11	16	13	6,7
220	172	788	0,99	23	173	50	1	8	781	48	11	16	13	7
230	172	754	0,99	24	173	50	1							7,2
240	172	722	0,99	26	173	50	0,99							7,4
250	171	694	0,99	28	173	50	0,99							8,1

Minste Tennspenning 183 V
Minste Driftsspennning 157 V

Måleresultater

Forsøk nr. 7		12.02.2007							
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos ϕ	DC [mA]	
200	127	837	0,76	109	167	50	0,77	21	
210	142	887	0,76	121	186	50	0,77	18	
220	158	932	0,77	130	204	50	0,78	16	
230	175	973	0,78	139	224	50	0,79	30	
240	195	1052	0,78	158	251	50	0,79	27	
250	218	1096	0,8	163	272	50	0,82	24	

Spenning [V]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	11h [mA]	13h [mA]	15h [mA]
200	819	103	32	36	89	36	13	21
210	868	111	31	40	91	33	16	18
220	913	121	33	40	92	40	10	20
230	955	133	34	47	97	42	14	21
240	1007	150	33	55	105	42	20	24
250	1045	168	34	63	119	49	14	28

Forsøk nr. 7_a		18.04.2007							
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos ϕ	THD [%]	
170	89	676	0,78	73	115	50	0,8	22,6	
180	99	718	0,77	83	129	50	0,79	21,4	
190	111	766	0,76	95	146	50	0,78	20,2	
200	124	805	0,76	106	162	50	0,78	19,2	
210	136	854	0,76	116	179	50	0,78	18,2	
220	152	899	0,77	127	198	50	0,79	18,2	
230	170	932	0,79	132	215	50	0,81	19,2	
240	189	980	0,8	141	236	50	0,83	20	
250	209	1031	0,81	151	258	50	0,85	22	

Minste Tennspenning	177 V
Minste Driftsspenning	124 V

Labmålinger med konvensjonell Philipsarmatur

Dato:	19.02.2007 og 18.04.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Robberg
Forsøk nr. :	8
Merkeidata:	
Fabrikat:	Philips
Produksjonsår:	1986
Effekt:	150 W
Spenning:	230V , 50 Hz
Strøm:	0,9 A
Cos ϕ	0,9
Annen data	Philips M6 34 LA, SGS 230/150 TG 8 222 423 817 Merket 14
Merkeidata Lyskilde	
Effekt	150 W
Merke/Type	Philips/SON-T Plus
Benyttet måleutstyr:	
FLUKE 43B Power Quality Analyzer	944 410 043 081
med strømtang: Fluke 801-110s AC/DC Current probe	
Fluke 179 True RMS Multimeter	S03-0347
Lübecke Vario, R52-260 B	B01-0505

Labmålinger med elektronisk Multiluxarmatur

Dato:	19.02.2007 og 12.05.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Roberg
Forsøk nr. :	9

Merkeidata:	
Fabrikat:	Multilux
Modell, ballast:	SELC 2000 HID Smart Ballast
Produksjonsår:	2005
Effekt:	70 W
Spenning:	230V , 50/60 Hz
Annen data	

Merkeidata	
Effekt	70 W
Merke/Type	Philips/ master SON-T

Benyttet måleutstyr:	
FLUKE 43B Power Quality Analyzer	944 410 043 081
med strømtang: Fluke 80i-110s AC/DC Current probe	
Fluke 179 True RMS Multimeter	S03-0347
Lübecke Vario, R52-260 B	B01-0505

Måleresultater

Forsøk nr. 8		19.02.2007								
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tiilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos ϕ	DC [mA]	1h [mA]	
200	133	842	0,79	104	169	50	0,8	14	827	
210	147	885	0,79	114	186	50	0,8	11	869	
220	164	928	0,8	121	204	50	0,8	12	911	
230	182	965	0,82	129	223	50	0,84	29	944	
240	202	1010	0,84	133	242	50	0,85	40	979	
250	222	1044	0,85	135	260	50	0,87	39	1012	

Spenning [V]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	11h [mA]	13h [mA]	15h [mA]	17h [mA]	THD [%]
200	102	26	33	88	31	13	18	33	17,9
210	108	29	35	88	30	13	16	30	17,5
220	120	28	40	93	34	14	17	28	18
230	135	36	42	98	33	4	18	29	19,1
240	149	39	54	104	35	11	22	36	20,2
250	167	40	62	119	37	11	26	46	22

Forsøk nr. 8_a		18.04.2007								
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tiilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos ϕ		THD [%]	
170	91	670	0,8	68	114	50	0,83		21,6	
180	102	715	0,79	79	129	50	0,81		20,5	
190	113	757	0,79	89	144	50	0,81		19,4	
200	126	796	0,79	99	160	50	0,81		18,6	
210	141	840	0,79	108	177	50	0,81		18,2	
220	156	878	0,81	115	194	50	0,83		18,5	
230	174	914	0,83	119	210	50	0,85		19,1	
240	191	962	0,83	128	230	50	0,85		20,8	
250	212	1012	0,84	139	253	50	0,87		22	

Minste Tennspenning	177 V
Minste Driftspenning	109 V

Labmålinger med elektronisk Multiluxarmatur

Dato: Utført av: Forsøk nr. :	20.02.2007 og 12.05.2007 Svein Sandhaug og Anders Robberg 10
Merkedata: Fabrikat: Modell, ballast: Produksjonsår: Effekt: Spenning: Annen data	Multilux SELC 2000 HID Smart Ballast 2005 150W 230V , 50/60 Hz
Merkedata Lyskilde Effekt Merke/Type	150 W Osram/Vialox NAV-T
Benyttet måleutstyr: FLUKE 43B Power Quality Analyzer med strømting: Fluke 80i-110s AC/DC Current probe Fluke 179 True RMS Multimeter Lübecke Vario, R52-260 B	944 410 043 081 S03-0347 B01-0505

Måleresultater

Forsøk nr. 9 19.02.2007

100 % pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]
200	85	429	0,99	11	86	50	1	11	426	23	8	4	8	6,2
210	85	409	0,99	12	86	50	1	12	408	23	8	4	8	6,7
220	86	394	0,99	13	87	50	1	9	390	25	8	5	8	7
230	84	372	0,99	14	86	50	0,99	15	368	25	7	4	8	7,5
240	84	356	0,99	14	85	50	0,99	10	352	26	8	4	8	8
250	84	341	0,99	15	85	50	0,99	11	338	26	7	3	8	8,5

med dimming til 50% pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]
200	46	234	0,97	11	47	50	0,98	13	230	17	7	4	7	8,8
210	45	224	0,97	12	47	50	0,98	15	222	18	8	4	7	9,1
220	45	214	0,96	13	47	50	0,98	14	211	18	7	4	7	10
230	45	206	0,96	14	47	50	0,97	14	203	18	7	2	7	10,1
240	45	198	0,96	14	47	50	0,97	13	194	19	7	2	8	11,6
250	46	191	0,95	14	48	50	0,97	11	188	18	8	1	8	11,9

Forsøk nr. 9_a 12.05.2007

100 % pådrag

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]
170	82	484	1	7	82	50	1	21	10	8	6	5,4
180	81	455	1	8	82	50	1	22	10	8	6	5,7
190	81	430	0,99	9	82	50	1	22	9	7	6	5,9
200	81	410	0,99	10	82	50	1	23	9	7	6	6,4
210	81	390	0,99	11	82	50	1	24	9	6	6	6,9
220	81	374	0,99	12	82	50	0,99	25	8	6	5	7,2
230	81	357	0,99	13	82	50	0,99	24	8	6	6	7,5

Labmålinger med elektronisk Multiluxarmatur

Dato:	20.02.2007 og 12.05.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Roberg
Forsøk nr. :	11
Merkeidata:	
Fabrikat:	Multilux
Modell, ballast:	SELC 2000 HID Smart Ballast
Produksjonsår:	2005
Effekt:	150W
Spenning:	230V , 50/60 Hz
Annen data	
Merkeidata Lyskilde	
Effekt	150 W
Merke/Type	Philips/SON-T Plus
Benyttet måleutstyr:	
FLUKE 43B Power Quality Analyser	944 410 043 081
med strømtang: Fluke 80- 110s AC/DC Current probe	
Fluke 179 True RMS Multimeter	S03-0347
Lübecke Vario, R52-260 B	B01-0505

Måleresultater

Forsøk nr.	10	20.02.2007										
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]
200	178	894	1	13	179	50	1	18	892	31	13	6
210	177	844	1	14	177	50	1	17	844	30	12	6
220	176	801	1	16	176	50	1	15	797	31	11	5
230	177	769	1	17	177	50	1	14	766	31	11	6
240	176	738	1	18	177	50	1	13	735	31	10	4
250	175	710	0,99	19	176	50	1	13	701	32	8	4
Forsøk nr.	10_a	12.05.2007										
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]
170	175	1031	1	16	176	50	1		30	16	11	
180	176	979	1	17	177	50	1		30	15	11	
190	175	926	1	18	176	50	1		30	15	10	
200	174	876	0,99	20	175	50	1		30	13	11	
210	173	830	0,99	21	174	50	1		29	13	11	
220	173	792	0,99	23	174	50	1		29	12	10	
230	172	757	0,99	24	174	50	1		30	11	10	
Forsøk nr.	10_a2	12.05.2007										
Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]
170	175	1029	1	8	175	50	1		29	16	11	
180	174	964	1	9	174	50	1		30	15	11	
190	173	911	1	10	173	50	1		29	16	11	
200	172	862	1	11	172	50	1		29	14	11	
210	171	820	1	13	172	50	1		29	13	10	
220	172	786	1	14	172	50	1		30	13	9	
230	172	752	1	16	173	50	1		30	11	10	

Forsøk 10_a2: Vi bytter til en annen lyskilde som også er en Osram NAV-T for å se om det gir noen innvirkning. (kan se ut som om lampen er nyere ettersom det er mindre sot ved endene av utladningsrøret)

Labmålinger med elektronisk Multiluxarmatur

Dato:	12.05.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Roberg
Forsøk nr.:	12
Merkeidata ballast:	
Fabrikat:	Multilux
Modell, ballast:	SELC 2000 HID Smart Ballast
Produksjonsår:	2005
Effekt:	100W
Spenning:	230V , 50/60 Hz
Annenn data	
Merkeidata Lyskilde	
Effekt	100 W
Merke/Type	Philips/Master city_Son-T
Benyttet måleutstyr:	
FLUKE 43B Power Quality Analyzer	944 410 043 081
med strømtang: Fluke 80-110s AC/DC Current probe	
Fluke 179 True RMS Multimeter	S03-0347
Lübecke Vario, R52-260 B	B01-0505

Måleresultater

Forsøk nr. 11 20.02.2007

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	DC [mA]	1h [mA]	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]
200	175	882	1	12	175	50	1	1	869	30	13	6	14	4,2
210	174	834	1	14	175	50	1	1	832	30	12	5	13	4,4
220	174	797	1	15	175	50	1	2	794	30	12	5	13	4,5
230	172	754	1	17	173	50	1	2	752	30	11	5	13	4,8
240	172	720	1	18	173	50	1	2	719	31	10	4	13	5,1
250	172	691	0,99	19	173	50	1	2	688	33	9	4	13	5,5

Forsøk nr. 11_a 12.05.2007

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]
170	174	1025	1	8	175	50	1	29	15	11	9	3,6
180	173	962	1	9	173	50	1	28	15	11	9	3,9
190	172	907	1	10	172	50	1	30	15	11	8	3,9
200	175	876	1	11	175	50	1	28	13	11	8	4
210	174	829	1	13	175	50	1	28	13	10	8	4,2
220	173	790	1	14	174	50	1	28	13	10	8	4,4
230	172	750	1	15	173	50	1	29	11	9	8	4,5

Måleresultater

Forsøk nr.

12

12.05.2007

Spenning [V]	Effekt [W]	Strøm [mA]	Effektfaktor	Reaktiv effekt [Var]	Tilsynelatende effekt [VA]	frekvens [Hz]	Cos φ	3h [mA]	5h [mA]	7h [mA]	9h [mA]	THD [%]
170	0	0				50						
180	115	644	1	11	116	50	1	29	11	8	7	5,2
190	115	610	0,99	12	115	50	1	30	11	8	7	5,5
200	115	578	0,99	13	115	50	1	29	11	7	6	5,7
210	115	551	0,99	14	116	50	1	29	10	7	6	6
220	115	524	0,99	15	115	50	1	29	10	7	6	6,7
230	115	500	0,99	15	116	50	1	30	9	6	6	6,7

Slukket allerede ved 172 Volt

Vedlegg D:
Målinger fra anlegg i Trondheim

Undersøkelse av veilys, Bromstadveien/Tungasletta

Dato:	28.03.2007
Utført av:	Anders Roberg, Svein Sandhaug og Runar Jacobsson
Navn på kurs	Bromstadveien/Tungasletta
Beskrivelse av målepunkt.	Tennskapet er plassert i trafikkiosk
Adresse	Bromstadveien 7045 Trondheim ved 49 C
Forsyning til tennskap:	
Monteringsår	[1985]
Kabel	PFSP
Tverrsnitt	3 * 16 mm ²
Type	PFSP
Lengde	2 m
System	IT
Jordleder	Nel
Sikring/Vern	125 A Høyeffekt
Tennskap	
Monteringsår	[1985]
Strøring	Kontaktsyring
Sikring/Vern	32 A automat
Plassering	i trafikkiosk
Forsyning fra tennskap:	
Monteringsår	
Kabel	
Tverrsnitt	2 x 10 mm ²
Type	PFSP - Cu
Lengde	
System	IT
Jordleder	Nel
Sikring/vern	32 A automat
Mast	
Antall	[34] (2 med 3 armaturer)
Monteringsår	[1985]
Kabel	
Tverrsnitt	1,5 mm ²
Type	PFSP
Masthøyde	8 m.
Masteavstand	40 m.
Jording	i mast
Armatur	
Antall	38 (3 lyse ikke)
Produksjonsår	[1985]
Type/Fabrikat	
Modell	
Merkeeffekt	150 W og 100 W
Baltest	konvensjonell
Sikring/Vern	
Jording	
Lysskilde	
Effekt	150 W og 100 W
Merke/Type	Høytrykknatrium
Andre kommentarer	Denne kursen ble tatt med på grunn av at det er 3 armaturer ved enden som ikke tenner. Kursen er svært lang og det er et stort spenningsfall ved enden. Lyskildene ved enden lyser svært dårlig. Grunnen til at de tre armaturene ikke tenner er fordi de er koblet inn mellom to faser den ene fasen ikke er i drift (ikke spenningsatt).

Målinger i tennskap, Bromstadveien/Tungasletta

Spenning	233,4
Ampere	29,7

Effekt	6,28
Reaktiv Effekt	2,93
Tilsynelatende Effekt	6,93
Effektfaktor, PF	0,91
Cos φ	0,91
THD % r	
rms A	
KF	

Harmonics

3h	3,26	5h	0,71	7h	0,74	9h	0,11	11h	0,28
----	------	----	------	----	------	----	------	-----	------

Mastmåling, Bromstadveien/Tungasletta

Dato:	28.03.2007
Beskrivelse av målepunkt:	Bromstadveien og Tungasletta
Adresse:	
Type mast:	Stål
Høyde:	8 m.
Armatur:	Høytrykknatrium
Lampetype:	
Tegn:	

	Mast nr. 34	Mast nr. 33	Mast nr. 32	Mast nr. A
Spenning [V]:	168	167,8	65	171,1
Strøm [A]:	0,965	1,261		1,856
Effekt [W]:	141	78		246
Effektfaktor:	0,87	0,37		0,78
Cos φ	0,88	0,38		0,78
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L3	L1-L2
THD [%]:	16,4	6,9		14,1

	Mast nr. B	Mast C	Mast nr. D	Mast nr. E
Spenning [V]:	172,2	184	183	188,8
Strøm [A]:	1,287	0,633	2,99	0,589
Effekt [W]:	80	94	510	108
Effektfaktor:	0,36	0,8	0,93	0,97
Cos φ	0,38	0,82	0,94	1
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	5,9	16,2	16,6	18

Kommentarer:

Mast A er i rundkjøring ved tungasletta og har 3 armaturer
Mast D er i rundkjøring ved bromstadveien og har 3 armaturer
Mast nr. 32 tenner ikke

Undersøkelse av veilys, Brundalen

Dato:	27.03.2007
Utført av:	Anders Roberg og Runar Jacobsson(TEV) (Svein Sandhaug syk)
Beskrivelse av målepunkt:	Tennskapet er plassert i Trafokiosk
Adresse:	Brundalen 7056 Jakobsli

Forsyning til tennskap:	
Monteringsår	1997
Kabel	Ledning
Tverrsnitt	16 mm ²
Type	IXXI dobbelt isolert
Lengde	0,5 m
System	IT
Jordleder	
Sikring/Vern	Høyeffekt NH00 80 A

Tennskap	
Monteringsår	1997
Styring	Kontaktorstyring
Sikringer/Vern	32 A MerlinGerin
Plassering	Tennskapet er plassert i Trafokiosk

Forsyning fra tennskap:	
Monteringsår	
Kabel	
Tverrsnitt	3 x 10 mm ²
Type	PFSP
Lengde	650 m.
System	IT
Jordleder	nei
Sikring/Vern	32 A Merlin Gerin Automat

Mast	
Antall	15
Monteringsår	1980
Kabel	
Tverrsnitt	1,5 mm ²
Type	PFSP
Masthøyde	8 m.
Mastavstand	40 m.
Jording	i mast

Armatur	
Antall	15
Produktionsår	1980
Type/Fabrikkat	AEG Koffert
Modell	
Merketeffekt	150 W og 100 W
Ballast	konvensjonell
Sikring/Vern	Patron
Jording	

Lyskilde	
Effekt	150 W
Merke/Type	Høytrykknatrium

Andre kommentarer

De fire mastene/armaturene lengst fra tennskapet hadde merkeeffekt 150 W, men de resterende 11 mastene/armaturene hadde merkeeffekt 100 W.
Kun to faser er spenningsatt.

Målinger i tennskap, Brundalen

Undersøkelse:	Brundalen		
	27.03.2007		
Dato:	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Spennning	136,6	139,7	234,5
Ampere	8,98	8,98	8,98
Hertz	50	50	50
Effekt			1950
Reaktiv Effekt			790
Tilsvarende Effekt			2110
Effektfaktor, PF	0,93		
Cos ϕ	0,94		
THD % r	20,7		
rms A	8,95		
KF	2,9		

Harmonics	3h	5h	7h	9h
1h	8,76	1,41	0,11	0,85
11h	0,69	0,49	0,1	0,12

Mastmålinger, Brundalen

Dato:	27.03.2007		
Adresse:	Brundalen, 7068 Jacobsli		
Type mast:	Stål		
Høyde:	8 m		
Armatur:	AEG		
Lampe:	Høytrykknatrium, 150 W og 100 W		
Tegn:	ingen		

	Mast nr. 1	Mast nr. 2	Mast nr. 3	Mast nr. 4
Spennning [V]:	231,5	230,2	229,8	229,6
Strøm [A]:	0,553	0,557	0,55	0,57
Effekt [W]:	118	115	115	114
Effektfaktor:	0,92	0,9	0,91	0,87
Cos ϕ	0,99	0,97	0,96	0,96
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	21,3	20,7	20,7	21

	Mast nr. 5	Mast nr. 6	Mast nr. 7	Mast nr. 8
Spennning [V]:	228,7	228,7	228,4	227,8
Strøm [A]:	0,743	0,578	0,586	0,566
Effekt [W]:	103	103	109	108
Effektfaktor:	0,6	0,78	0,81	0,84
Cos ϕ	0,62	0,85	0,92	0,98
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	13,7	19,3	20,7	22,4

	Mast nr. 9	Mast nr. 10	Mast nr. 11	Mast nr. 12
Spennning [V]:	227,6	226,9	227	226,3
Strøm [A]:	0,585	0,566	0,566	0,773
Effekt [W]:	100	101	103	168
Effektfaktor:	0,75	0,79	0,82	0,95
Cos ϕ	0,86	0,85	0,88	1
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	19,6	19,5	20,6	23,2

	Mast nr. 13	Mast nr. 14	Mast nr. 15
Spennning [V]:	226,1	225,9	223,2
Strøm [A]:	0,779	0,797	0,789
Effekt [W]:	163	169	162
Effektfaktor:	0,93	0,94	0,93
Cos ϕ	0,99	0,99	0,97
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	24	27,6	22,5

Kommentarer: De 4 siste armaturene har lamper med merkeeffekt 150 W, mens de resterende armaturene har lamper med merkeeffekt på 100 W.

Totalt 1682 W

Undersøkelse av veilys, Brøsetveien

Dato:	28.03.2007
Utført av:	Anders Roberg, Svein Sandhaug og Runar Jacobsen(TEV)
Beskrivelse av målepunkt:	Tennskapet er plassert i trafikkiosk
Adresse	Brøsetveien 7050 Trondheim ved 81 A
Forsyning til tennskap:	
Monteringsår	1985
Kabel	PFSP
Tverrsnitt	3 * 16 mm ²
Type	PFSP
Lengde	2 m
System	IT
Jonleider	Nei
Sikring/Vern	160 A Høyeffekt
Tennskap	
Monteringsår	[1985]
Styring	Kontaktstyring
Sikring/Vern	35 A patron
Plassering	I trafikkiosk
Forsyning fra tennskap:	
Monteringsår	
Kabel	
Tverrsnitt	2 x 16 mm ²
Type	PFSP - Cu
Lengde	
System	IT
Jonleider	Nei
Sikring/Vern	35 A patron
Mast	
Antall	7
Monteringsår	[1985]
Kabel	
Tverrsnitt	1.5 mm ²
Type	PFSP
Masthøyde	8 m.
Mastavstand	40 m.
Jording	I mast
Amatur	
Antall	7
Produksjonsår	[1985]
Type/fabrikat	Siemens
Modell	
Merkeeffekt	150 W
Ballast	konvensjonell
Sikring/Vern	
Jording	
Lyskilde	
Effekt	150 W
Merke/Type	Høytrykknatrium
Andre kommentarer	
I tillegg til de 7 mastene var det her et busskur som trekte i overkant av 400 W (!)	

Målinger i tennskap, Brøsetveien

Undersøkelse:	Brøsetveien					
Dato:	28.03.2007					
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total		
Spenning						234.5
Ampere						8.75
Hertz						
Effekt						1.67
Reaktiv Effekt						1.19
Tilsvarende Effekt						2.05
Effektfaktor, PF	0,81					
Cos φ	0,83					
THD %	15,6					
rms A	8,7					
KF	2,8					
Harmonics						
DC	1h	3h	5h	7h	9h	
	8,64	1,14	0,33	0,37	0,06	
11h	0,23	13h	15h	17h	19h	21h
		0,24			0,13	

Mastmålinger, Brøsetveien

Dato:	28.03.2007						
Beskrivelse av målepunkt:	Brøsetveien, 7048 Trondheim v/85 A						
Adresse:							
Type mast:	Stål						
Høyde:	8 m.						
Armatur:	Siemens						
Lampe:	Høytrykknatrium, 150 W						
Tegn:	rød firkant med svart kryss						
	Mast nr. 1	Mast nr. 2	Mast nr. 3	Mast nr. 4			
Spenning [V]:	232,4	231,8	230,9	229,7			
Strøm [A]:	1,17	1,23	1,43	1,06			
Effekt [W]:	176	174	171	172			
Effektfaktor:	0,65	0,59	0,52	0,71			
Cos φ	0,63	0,59	0,51	0,72			
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2			
THD [%]:	12,4	11,2	9,3	14,6			
	Mast nr. 5	Buss-skur	Mast nr. 6	Mast nr. 7			
Spenning [V]:	229,2	229,2	228,3	228,2			
Strøm [A]:	0,74	1,9	0,9	1			
Effekt [W]:	160	428	165	166			
Effektfaktor:	0,95	0,98	0,8	0,73			
Cos φ	0,99	1	0,83	0,72			
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2			
THD [%]:	26,2	17,2	17,9	15,1			
Kommentarer:	Buss-skuret trekker en effekt på 428 W. Dette er koblet til i mast 5.						
Total effekt, master:	1184 W + 428 W						

Undersøkelse av veilys, Fiolsvingen

Dato:	28.03.2007	
Utført av:	Anders Roberg, Svein Sandhaug og Runar Jacobsen(TEV)	
Beskrivelse av målepunkt:	Tennskapet er plassert i trafokiosk	
Adresse	Fiolsvingen 7050 Trondheim	
Forsyning til tennskap:		
Monteringsår	1984	
Kabel	PFSP	
Tverrsnitt	3 x 16 mm ²	
Type	PFSP	
Lengde	2 m	
System	IT	
Jordleder		
Sikring/Vern	125 A Høyeffekt	
Tennskap		
Monteringsår	1984	
Styring	Kontaktorstyring	
Sikring/Vern		
Plassering	I trafokiosk	
Forsyning fra tennskap:		
Monteringsår		
Kabel		
Tverrsnitt	2 x 16 mm ²	
Type	PFSP - Cu	
Lengde		
System	IT	
Jordleder	Nei	
Sikring/Vern	32 A Automat - Siemens	
Mast		
Antall	29 (15 i fiolsvingen + 14 i tverrgater)	
Monteringsår	Forskjellig (noe fra 2000)	
Kabel		
Tverrsnitt	1,5 mm ²	
Type	PFSP	
Masthøyde	8 m. og 5 m. i tverrgater	
Mastavstand	40 m.	
Jording	i mast	
Armatur		
Antall	29	
Produksjonsår	Forskjellig (noe fra 2000)	
Type/Fabrikat		
Modell		
Merkeeffekt	11 x 150 W, 4 x 70 W og 14 x 100 W	
Ballast	konvensjonell	
Sikring/Vern	Automat	
Jording		
Lyskilde		
Effekt	150 W, 100 W og 70 W	
Merke/Type	Høytrykknatrium	
Andre kommentarer	På denne kursen er det tre ulike effekter, 11 armaturer på 150 W, 14 armaturer på 100 W og 4 armaturer på 70 W. Se figur for oversikt over plassering. 70 W armaturene er på enden av kursen.	

Målinger i tennskap, Fiolsvingen

Undersøkelse:	Fiolsvingen		
	28.03.2007		
Dato:	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Spenning			
Ampere			237,2
Hertz			18,13
Effekt			
Reaktiv Effekt			3,65
Tilsvinnende Effekt			2,65
Effektfaktor, PF	0,85		4,3
Cos ϕ	0,85		
THD % r	17,3		
rms A	18,14		
KF	1,5		
Harmonics			
DC	1h 17,89	3h 2,86	5h 0,26
		7h 1	9h 0,08
11h	0,61	13h	15h
		17h	19h
			21h

Mastmålinger, Fiolsvingen

Dato:	28.03.2007					
Beskrivelse av målepunkt:	Fiolsvingen, 7050 Trondheim					
Adresse:	Fiolsvingen, 7050 Trondheim					
Type mast:	Stål					
Høyde:	8 m. og 5 m. på tverrgater					
Armatur:	Høytrykknatrium, 150 W, 100 W og 70 W					
Lampe:	ingen					
Tegn:	ingen					
	Mast nr. 1	Mast nr. X	Mast nr. Y	Mast A		
Spenning [V]:	234,3	222,4	220,3	221,1		
Strøm [A]:	0,813	0,637	0,746	0,714		
Effekt [W]:	170	102	100	101		
Effektfaktor:	0,89	0,72	0,61	0,64		
Cos ϕ	0,9	0,72	0,9	0,83		
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2		
THD [%]:	17,6	15,4	20,92	17,7		
	Mast nr. 28	Mast nr. 29				
Spenning [V]:	221	220,5				
Strøm [A]:	0,461	0,896				
Effekt [W]:	64 W	62 W				
Effektfaktor:	0,62	0,31				
Cos ϕ	0,92	0,3				
Fase:	L1-L2	L1-L2				
THD [%]:	25,9	7,7				
Kommentarer:						
Mast nr. 1: Masten som er nærmest trafokiosken og tenniskepet.						
Mast nr X: Masten som er innerst på denne kursen i Prestekrageveien (tverrgate)						
Mast nr Y: Masten som er ytterst på denne kursen i Prestekrageveien (tverrgate)						
Mast A : Masten som er ytterst på denne kursen i Kornblomstveien (tverrgate)						
Mast 28 og 29 er de to mastene på enden av kursen i fiolsvingen						
Det kan stilles spørsmål om det er brukt elektronisk forkobling eller konvensjonell. Men elektroniske forkoblinger kjennetegnes ved at de har cos phi 0,99 eller 1.						

Undersøkelse av veilys, Henrik Ourens vei

Dato:	27.03.2007
Utført av:	Anders Roberg og Runar Jacobsson(TEV) (Svein Sandhaug syk)
Beskrivelse av målepunkt:	Tennskapet er plassert i Trafokiosk
Adresse	Henrik Ourens Vei 7048 Trondheim

Forsyning til tennskap:

Monteringsår	1996
Kabel	Ledning
Tverrsnitt	3 x 16 mm ²
Type	PN - Cu
Lengde	0,5 m
System	IT
Jordleder	
Sikring/Vern	63 A kortslutningsvern

Tennskap

Monteringsår	1996
Styring	Kontaktkorstyring
Sikringer/Vern	32 A Merlin Gerin Automat
Plassering	Tennskapet er plassert i Trafokiosk

Forsyning fra tennskap:

Monteringsår	
Kabel	
Tverrsnitt	2 x 10 mm ²
Type	PFSP
Lengde	650 m.
System	IT
Jordleder	nei
Sikring/vern	32 A Merlin Gerin Automat

Mast

Antall	11
Monteringsår	1990
Kabel	
Tverrsnitt	1,5 mm ²
Type	PFSP - Cu
Masthøyde	5 m.
Masteavstand	40 m.
Jording	i mast

Armatur

Antall	11
Produksjonsår	1990
Type/Fabrikat	Philips
Modell	
Merkeeffekt	100 W
Ballast	konvensjonell
Sikring/Vern	10 A Patron
Jording	

Lyskilde

Effekt	100 W
Merke/Type	Høytrykknatrium

Målinger i tennskap, Henrik Ourens vei

Undersøkelse:	Henrik Ourens Vei		
Dato:	27.03.2007		
Spenning	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Amperer			
Hertz	50	50	50
Effekt			
Reaktiv Effekt			
Tilsvarende Effekt			
Effektfaktor, PF	0,71		
Cos φ	0,72		
THD % r	15,5		
rms A	8,43		
KF	1,7		
			Total
			236,1
			8,43
			1420
			1410
			2000

Harmonics

	1h	3h	5h	7h	8h
	8,29	1,13	0,05	0,47	0,11
11h	0,29	0,18	15h	17h	19h
			0,1	0,11	0,11
					21h

Mastmålinger, Henrik Ourens vei

Dato:	27.03.2007
Beskrivelse av målepunkt:	Henrik Ourens Vei, 7048 Trondheim
Adresse:	
Type mast:	Stål
Høyde:	5 m
Armatur:	Philips
Lampe:	Høytrykknatrium, 100 W
Tegn:	ingen

	Mast nr. 1	Mast nr. 6	Mast nr. 11
Spenning [V]:	237,5	231,9	230,6
Strøm [A]:	0,775	0,711	0,723
Effekt [W]:	117	116	114
Effektfaktor:	0,64	0,7	0,68
Cos φ	0,71	0,76	0,71
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	16,8	17,4	16,8

Undersøkelse av veilys, Høgskoleringen

Dato:	15.03.2007
Utført av:	Anders Roberg, Svein Sandhaug og Runar Jacobsson
Beskrivelse av målepunkt.	Tennskapet er plassert ved siden av Høgskolebrua
Adresse	Øvre allé 7030 Trondheim

Tennskap	
Monteringsår	
Styring	Kontaktorstyring
Sikringer/Vern	
Plassering	Ved siden av Høgskolebroa

Forsyning fra tennskap:	
Monteringsår	Usikkert
Kabel	
Tverrsnitt	3 x 10 mm ²
Type	PFSP
Lengde	650 m.
System	IT
Jordleder	nei
Sikring/vern	35 A Smeltesikring

Mast	
Antall	22
Monteringsår	1999 ?
Kabel	
Tverrsnitt	1,5 mm ²
Type	PFSP
Masthøyde	8 m.
Masteavstand	40 m.
Jording	i mast

Armatur	
Antall	22
Produksjonsår	1999
Type/Fabrikat	Siemens
Modell	
Merkeeffekt	150 W
Bailast	konvensjonell
Sikring/Vern	Automat
Jording	

Lyskilde	
Effekt	150 W
Merke/Type	Høytrykknatrium

Målinger i tennskap, Høgskoleringen

Undersøkelse:	Høgskoleringen			
	15.03.2007			
Dato:	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Spenning	136,3	129,1	129,3	
Ampere	10,08	10,27	6,6	
Hertz	50	50	50	
Effekt				
Reaktiv Effekt	1,35	1,1	0,79	3,24
Tilsvarende Effekt	1,26	0,73	0,33	2,32
Effektfaktor, PF	1,37	1,33	0,85	3,55
Cos φ	0,98	0,83	0,92	
	0,99	0,85	0,93	
THD % r				
rms A	7,9	7,5	5,9	
KF	10,1	10,29	6,6	
	1,2	2,1	1,2	

Harmonics

	1h	3h	5h	7h
Fase 1			0,65	0,29
Fase 2			0,57	0,42
Fase 3			0,1	0,21
				0,28

Mastmålinger, Høgskoleringen

	Effekt [W]	Spenning [V]	Strøm [A]	Faser	Avstand
Mast 1	160	227	0,828	L1-L2	20
Mast 2	154	223,6	0,738	L1-L3	50
Mast 3	154	224,1	0,756	L2-L3	80
Mast 4	152	221	0,709	L1-L2	110
Mast 5	140	219,8	0,765	L1-L2	140
Mast 6	138	218,4	0,738	L1-L2	170
Mast 7	139	217,7	0,687	L1-L2	200
Mast 8	141	221	0,735	L1-L3	230
Mast 9	147	220,7	0,725	L1-L3	260
Mast 10	129	215,8	0,682	L1-L2	290
Mast 11	135	218,2	0,714	L2-L3	320
Mast 12	137	218,1	0,69	L1-L3	360
Mast 13	130	213,8	0,676	L1-L2	380
Mast 14	133	218,7	0,702	L2-L3	410
Mast 15	133	218	0,697	L1-L3	440
Mast 16	131	214,6	0,671	L1-L2	470
Mast 17	130	218,4	0,672	L2-L3	500
Mast 18	123	214,1	0,755	L1-L2	530
Mast 19	127	213,8	0,654	L1-L2	560
Mast 20	142	217,6	0,707	L2-L3	590
Mast 21	126	218,1	0,686	L1-L3	620
Mast 22	128	213	0,675	L1-L2	660
Totalt	3029				

Undersøkelse av veilys, Jonsvannsveien

Dato:	13.04.2007
Utført av:	Anders Roberg, Svein Sandhaug og Runar Jacobsson
Beskrivelse av målepunkt:	Tennskapet er plassert i trafokiosk
Adresse	Jonsvannsveien v/435 7059 Jakobsli ved 435

Forsyning til tennskap:	
Monteringsår	[1990]
Kabel	3 * 16 mm ²
Tverrsnitt	IXXI, Dobbelisølet PN
Type	1 m.
Lengde	IT
System	Nei
Jordleder	
Sikring/Vern	125 A Høyeffekt

Tennskap	
Monteringsår	[1990]
Styring	kontaktstyring
Sikring/Vern	32 A automat, Siemens
Plassering	i trafokiosk

Forsyning fra tennskap:	
Monteringsår	[1990]
Kabel	3 x 10 mm ²
Tverrsnitt	PFSP - Cu
Type	IT
Lengde	
System	Nei
Jordleder	
Sikring/Vern	32 A automat, Siemens

Mast	
Antall	26
Monteringsår	[1990]
Kabel	1,5 mm ²
Tverrsnitt	PFSP
Type	14 x 10 m. og 11 x 8 m.
Masthøyde	40 m.
Mastavstand	
Jording	1 kabelklørm

Armatur	
Antall	26
Produktionsår	[1990]
Type/Fabrikat	Siemens
Modell	14 x 250 W., 9 x 150 W., 2 x 100 W.
Merkeeffekt	konvensjonell
Ballast	
Sikring/Vern	10 A patron
Jording	

Lyskilde	
Effekt	250 W 150 W 100 W
Merke/Type	Høytrykknatrium, HPS

Andre kommentarer	Det er jordfeil et sted i dette systemet. Jordfeilen er ikke på veilyskursen.
--------------------------	---

Målinger i tennskap, Jonsvannsveien

Undersøkelse:	Jonsvannsveien			
Dato:	13.04.2007			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Spenning	231,8	0,8	237,7	
Ampere	23,9	22,45	4,52	
Hertz	50	50	50	
Effekt	5300	11,5	373	5684,5
Reaktiv Effekt	1530	11,3	800	2341,3
Tilsvarende Effekt	5520	15,7	1050	6585,7
Effektfaktor, PF	0,96	0,75	0,36	
Cos φ	0,96	0,63	0,34	
THD % r	11	12,2	10,4	
rms A	23,94	22,5	4,53	
KF	1,2	1,3	4	

Harmonics	1h	3h	5h	7h	9h
Fase 1	23,8	2,48	0,4	0,8	
Fase 2	22,37	2,47	0,32	0,9	
Fase 3	4,5	0,049	0,146	0,293	

Mastmålinger, Jonsvannsvneien

Dato:	13.04.2007				
Beskrivelse av målepunkt:	Jonsvannsvneien				
Adresse:					
Type mast:	Stål				
Høyde:	12 m. og 8 m.				
Armatur:	Siemens				
Lampe:	Høytrykknatrium, HPS				
Tegn:	Rød sirkel (250 W) og rød firkant (150 W)				
	Mast nr. 1	Mast nr. 2	Mast nr. 5	Mast nr. C1	
Spenning [V]:	227,2	228,2	228,3	209,2	
Strøm [A]:	1,28	1,28	2,55	0,71	
Effekt [W]:	282	263	284	135	
Effektfaktor:	0,97	0,9	0,49	0,91	
Cos ϕ	1	0,91	0,5	0,93	
Fase:	L1-L2	L1-L3	L2-L3	L1-L2	
THD [%]:	22,4	17,5	8,9	15,6	
	Mast nr. C4	Mast nr. B1	Mast nr. B7	Mast nr. 12	
Spenning [V]:	208,4	198,9	196,6	198	
Strøm [A]:	0,521	0,46	0,75	2,39	
Effekt [W]:	75	70	121	201	
Effektfaktor:	0,69	0,76	0,82	0,43	
Cos ϕ	0,71	0,78	0,83	0,44	
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2	
THD [%]:	13	13,5	13	7,1	
	Mast nr. 13	Mast nr. 14	Mast nr. 15		
Spenning [V]:	198	197,6	197,5		
Strøm [A]:	1,04	0,99	1		
Effekt [W]:	203	190	192		
Effektfaktor:	0,98	0,97	0,97		
Cos ϕ	1	0,99	0,99		
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2		
THD [%]:	15,4	16,7	17,1		

Undersøkelse av veilys, Økstad Park Syd

Dato:	28.03.2007	
Utført av:	Anders Roberg, Svein Sandhaug og Runar Jacobsson	
Beskrivelse av målepunkt:	Tennskapet er plassert ved siden av trafokiosk	
Adresse:	Økstad park syd 70XX Trondheim	
Forsyning til tennskap:	2007	
Monteringsår:	2007	
Kabel:	4 * 50 mm ²	
Tverrsnitt:	TPXP	
Type:	45 m.	
Lengde:	TN-S	
System:	50 A automat	
Jonleider:		
Sikring/Vern:		
Tennskap	2007	
Monteringsår:	Kontakorstyring	
Syring:	20 A automat	
Sikring/Vern:	ved siden av trafokiosk	
Plassering:		
Forsyning fra tennskap:	2007	
Monteringsår:	4 x 25 mm ²	
Kabel:	PFSP - AI	
Tverrsnitt:	TN-S	
Type:	Ja	
Lengde:	20A automat	
System:		
Jonleider:		
Sikring/Vern:		
Mast	13	
Antall:	2007	
Monteringsår:	1,5 mm ²	
Kabel:	PFSP	
Type:	5 m.	
Masthøyde:	40 m	
Mastavstand:	i mast	
Jonding:		
Amatur	13	
Antall:	2007	
Produksjonsår:	Philips	
Type/fabrikat:	SGS 203	
Modell:	70 W	
Merkeeffekt:	elektronisk	
Ballast:	10 A patron	
Sikring/Vern:	Jonding	
Jonding:		
Lyskilde	70 W	
Effekt:	Høytrykknatrium / Nav-T	
Merke/Type:		
Andre kommentarer	Denne kurseen er fra et helt nytt anlegg.	

Målinger i tennskap, Okstad Park Syd

Undersøkelse:	Okstad park syd			
	28.03.2007			
Dato:	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Spenning	236,8	236,9	236,7	
Ampere	1,98	1,6	1,62	
Hertz				
Effekt	455	370	370	1195
Reaktiv Effekt	112	93	96	301
Tilsvarende Effekt	469	381	383	1233
Effektfaktor, PF	0,97	0,97	0,97	
Cos ϕ	1	1	1	
THD % r	23,4	24,3	23,8	
rms A	1,98	1,91	1,61	
KF	4,4	5,5	5,6	

Harmonics

DC	1h	3h	5h	7h
Fase 1	0,096	1,925	0,375	0,04
Fase 2	0,07	1,556	0,306	0,175
Fase 3	0,08	1,565	0,314	0,012
	9h	13h	15h	17h
Fase 1	0,027	0,13	0,06	
Fase 2	0,02	0,106	0,025	
Fase 3	0,036	0,11	0,045	

Mastmålinger, Okstad Park Syd

Dato:	28.03.2007
Beskrivelse av målepunkt:	
Adresse:	Okstad park syd
Type mast:	Stål
Høyde:	5 m.
Armatur:	
Lampe:	Høytrykknatrium, 70 W Nav-T, Osram
Tegn:	

	Mast nr. 1	Mast nr. 2	Mast nr. 3	Mast nr. 4
Spenning [V]:	236,7	236,7	236,3	236,2
Strøm [A]:	0,404	0,395	0,408	0,408
Effekt [W]:	93	91	93	93
Effektfaktor:	0,97	0,97	0,97	0,96
Cos ϕ	1	1	1	1
Fase:	L1	L2	L3	L3
THD [%]:	22,4	23,8	23,4	23,5

	Mast nr. 5	Mast nr. 6	Mast nr. 7	Mast nr. 8
Spenning [V]:	236,5	236	236,7	236,5
Strøm [A]:	0,397	0,39	0,4	0,397
Effekt [W]:	91	90	91	91
Effektfaktor:	0,97	0,97	0,97	0,97
Cos ϕ	1	1	1	1
Fase:	L2	L1	L1	L2
THD [%]:	23,6	23,2	23,2	23,6

	Mast nr. 9	Mast nr. 10	Mast nr. 11	Mast nr. 12
Spenning [V]:	236,1	236	236,2	235,4
Strøm [A]:	0,397	0,4	0,401	0,394
Effekt [W]:	91	89	91	90
Effektfaktor:	0,97	0,94	0,96	0,97
Cos ϕ	1	1	1	1
Fase:	L3	L3	L2	L1
THD [%]:	23,6	23,6	23,6	23,1

Mast nr. 13	
Spenning [V]:	235,3
Strøm [A]:	0,383
Effekt [W]:	90
Effektfaktor:	0,97
Cos ϕ	1
Fase:	L1
THD [%]:	22,8

Undersøkelse av veilys, St.Olav

Dato:	13.04.2007
Utført av:	Anders Roberg, Svein Sandhaug og Runar Jacobsson
Beskrivelse av målepunkt:	Tennskapet er plassert i skap på fortaug
Adresse	St. Olavs hospital 7012 Trondheim Edvard Griegs gate

Forsyning til tennskap:	
Monteringsår	2001
Kabel	3 * 10 mm ²
Tverrsnitt	PFSP - Cu
Type	2 m.
Lengde	IT
System	Jordleder
Jordleder	Nei
Sikring/Vern	125 A Høyeffekt

Tennskap	
Monteringsår	2001
Styring	kontaktstyring
Sikring/Vern	32 A automat, ABB
Plassering	på fortaug

Forsyning fra tennskap:	
Monteringsår	2001
Kabel	3 x 10 mm ²
Tverrsnitt	PFSP - Cu
Type	
Lengde	IT
System	Nei
Jordleder	32 A automat, ABB
Sikring/Vern	

Mast	
Antall	20
Monteringsår	2001
Kabel	1,5 mm ²
Tverrsnitt	PFSP
Type	12 x 8 m. og 8 x 4 m.
Masthøyde	40 m.
Mastavstand	1 kabelslørm
Jording	

Armatur	
Antall	26
Produksjonsår	2001
Type/Fabrikat	København / Philips
Modell	
Merkeeffekt	12 x 165 W og 8 x 55 W
Ballast	HF
Sikring/Vern	10 A patron
Jording	

Lyskilde	
Effekt	12 x 165 W og 8 x 55 W
Merke/Type	Induksionslampe QL

Andre kommentarer	
Det er jordfeil et sted i dette systemet. Jordfeilen er ikke på veilyskursen.	

Målinger i tennskap, St.Olav

Undersøkelse:	St. Olav					
Dato:	13.04.2007					
Utført av:	Anders, Svein og Runar (TEV)					
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total		
Spenning	225,5	1,44	225,5	225,5		
Amperer	5,88	9,33	5,45	5,45		
Hertz	50	50	50	50		
Effekt	1310	11	1220	1220	2541	
Reaktiv Effekt	200		87	87	287	
Tilsynelatende Effekt	1330		1230	1230	2560	
Effektfaktor, PF	0,99	0,89	1	1		
Cos φ	0,99	0,88	1	1		
THD % r	9,2	5,5	6,8	6,8		
rms A	5,89	9,33	5,44	5,44		
KF	1,1	1,1	1,1	1,1		

Harmonics

	1h	3h	5h	7h	9h
Fase 1	5,9	0,16	0,12	0,08	
Fase 2	9,31	0,4	0,25	0,12	
Fase 3	5,44	0,32	0,154	0,084	

Mastmålinger, St. Olav

Dato:	13.04.2007
Beskrivelse av målepunkt:	
Adresse:	St. Olav
Type mast:	Stål
Høyde:	4 m. og 8 m.
Armatur:	Philips København
Lampe:	Induksjonslampe, QL
Tegn:	

	Mast nr. A1	Mast nr. A2	Mast nr. A5	Mast nr. A11
Spenning [V]:	223,6	223,9	220,8	218,9
Strøm [A]:	0,63	0,62	0,67	0,63
Effekt [W]:	138	137	146	137
Effektfaktor:	0,98	0,99	0,99	0,99
Cos phi:	1	0,99	1	1
Fase:	L1-L2	L1-L3	L2-L3	L1-L2
THD:	7,7	7,8	7,1	6,8

	Mast nr. A12	Mast nr. B1	Mast nr. B2	Mast nr. B8
Spenning:	220,5	224,5	221,1	216
Strøm:	0,64	0,24	0,28	0,26
Effekt:	139	54	60	55
Effektfaktor:	0,99	0,98	0,95	0,99
Cos phi:	0,99	0,99	1	0,99
Fase:	L1-L3	L2-L3	L1-L2	L1-L2
THD:		9,9	9,8	10,5

Undersøkelse av veilys, Stokkanhaugen

Dato:	13.04.2007
Utført av:	Anders Roberg, Svein Sandhaug og Runar Jacobsson

Beskrivelse av målepunkt:	Tennskapet er plassert ved siden av trafokiosk
Adresse	Stokkanhaugen 7048 Trondheim ved 125

Forsyning til tennskap:	
Monteringsår	1988-89
Kabel	PFSP - Cu
Tverrsnitt	3 * 16 mm ²
Type	PFSP
Lengde	3m.
System	IT
Jordleder	Nei
Sikring/Vern	100 A Høyeffekt

Tennskap	
Monteringsår	1988-89
Styring	Fotocelle, lokal
Sikring/Vern	35 A patron
Plassering	ved siden av trafokiosk

Forsyning fra tennskap:	
Monteringsår	1988-89
Kabel	
Tverrsnitt	2 x 16 mm ²
Type	PFSP - Al
Lengde	
System	IT
Jordleder	Nei
Sikring/Vern	35 A patron

Mast	
Antall	16
Monteringsår	1988-89
Kabel	
Tverrsnitt	1,5 mm ²
Type	PFSP
Masthøyde	5 m.
Mastavstand	40 m.
Jording	I kabelskjerm

Armatur	
Antall	16 (1 mørk lamper)
Produksjonsår	[1988]
Type/Fabrikat	
Modell	
Merkeeffekt	125 W
Ballaast	konvensjonell
Sikring/Vern	
Jording	

Lyskilde	
Effekt	125 W
Merke/Type	Kvikkselv

Andre kommentarer	
Denne kursen er ikke kommunal, men er tatt med fordi den har kvikksølvarmaturer.	

Målinger i tennskap, Stokkanhaugen

Undersøkelse:	Stokkanhaugen		
	Dato:	13.04.2007	
Spenning			230,7
Ampere			8,6
Hertz			
Effekt			1,88
Reaktiv Effekt			0,62
Tilsvarende Effekt			1,98
Effektfaktor, PF	0,95		
Cos ϕ	0,96		
THD % r	19,3		
rms A	8,58		
KF	1,7		

Harmonics

DC	1h	3h	5h	7h	9h
	8,44	1,53	0,29	0,4	0,4
11h	0,25	15h	17h	19h	21h
		0,16			

Mastmålinger, Stokkanhaugen

Dato:	13.04.2007
Beskrivelse av målepunkt:	
Adresse:	Stokkanhaugen
Type mast:	Stål
Høyde:	5 m.
Armatur:	Siemens
Lampe:	Kvikksølv, HQL
Tegn:	Blå trekant

	Mast nr. 2	Mast nr. 3	Mast nr. 4	Mast nr. 5
Spenning [V]:	223,8	220,6	219,8	mørk
Strøm [A]:	0,58	0,62	0,62	
Effekt [W]:	124	119	120	
Effektfaktor:	0,95	0,88	0,9	
Cos ϕ	0,97	0,89	0,92	
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	19,5	17,7	17,3	

	Mast nr. 7	Mast nr. 8	Mast nr. 9	Mast nr. 10
Spenning [V]:	217,9	217,4	217,4	215,7
Strøm [A]:	0,62	0,52	0,56	0,56
Effekt [W]:	114	110	115	116
Effektfaktor:	0,85	0,96	0,94	0,95
Cos ϕ	0,85	0,99	0,96	0,97
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	16,8	20,9	19,6	20,3

	Mast nr. 11	Mast nr. 12	Mast nr. 13	Mast nr. 14
Spenning [V]:	215,3	213,2	212,8	212,4
Strøm [A]:	0,56	0,52	0,99	0,55
Effekt [W]:	116	107	116	110
Effektfaktor:	0,93	0,96	0,55	0,95
Cos ϕ	0,97	0,99	0,57	0,96
Fase:	L1-L2	L1-L2	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	20,2	21	10,6	20

	Mast nr. 15	Mast nr. 16
Spenning [V]:	212	212,2
Strøm [A]:	0,6	0,57
Effekt [W]:	116	115
Effektfaktor:	0,93	0,94
Cos ϕ	0,95	0,96
Fase:	L1-L2	L1-L2
THD [%]:	18,4	19,3

Kommentarer:

Mast 1 kunne ikke måles da den var midt i en hekk.
Mast 6 kunne ikke måles pga. innebygging
Mast 7 og 8 er avstikkere fra mast 9 (egen avgreining)
Mast 3 og 4 er avstikkere fra mast 5

Målinger i testanlegget i Høgskoleringen 1

Dato:	21.02.2007
Utført av:	Svein Sandhaug og Anders Roberg
Armaturtstyr:	Phillips Starsence
Leverandør:	150W minus 10 grader Celsius
Modell:	Uniflon
Produksjonsår:	elektronisk forkobling
Effekt:	
Lufttemperatur:	
Styreprogram	
Annenn data	
Merkedata Lyskilde	150 W
Effekt	Phillips/SON-T
Merke/Type	
Benyttet måleutstyr:	FLUKE 43B Power Quality Analyzer

Måleresultater fra tavla til testanlegget

Dato: 21.02.2007

	Pådrag						
	100 %	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %	50 %
Spennning [V]	229,2	229,1	228,9	229,2	229,2	229,3	229,3
Strøm [A]	8,81	8,50	7,98	7,34	6,65	5,85	5,85
frekvens [Hz]	50	50	50	50	50	50	50
Effekt [kW]	1,99	1,92	1,80	1,65	1,49	1,30	1,30
Reaktiv effekt [kVAR]	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Tilsynelatende effekt [kVA]	2,02	1,95	1,83	1,68	1,53	1,34	1,34
Effektfaktor	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97
Cos φ	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98
DC [A]	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
1h [A]	8,77	8,46	7,94	7,29	6,59	5,81	5,81
3h [A]	0,59	0,57	0,57	0,57	0,55	0,53	0,53
5h [A]	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,11	0,11
7h [A]	0,35	0,32	0,32	0,30	0,29	0,29	0,29
9h [A]	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
11h [A]	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
13h [A]	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
15h [A]	0,19	0,16	0,16	0,15	0,16	0,13	0,13
17h [A]	0,16	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
19h [A]	0,16	0,13	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17
THD [%]	8,9	8,5	9,1	9,8	10,6	11,7	11,7
KF	1,6	1,5	1,6	1,7	1,8	2,1	2,1

Måleresultater fra anlegget i Høgskoleringen

Dato: 26.05.2007

Pådrag: 100%

	Mast 1	Mast 2	Mast 3	Mast 4	Mast 5	Mast 6	Mast 7	Mast 8	Mast 9	Mast 10	Mast 11
Spennning [V]	223,4	223,2	223,1	223,3	223,5	223,5	224,4	224,4	224	223,8	223,2
Strøm [mA]	740	110	758	758	759	758	760	844	761	770	763
frekvens [Hz]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Effekt [W]	164	4	167	168	168	167	168	167	168	170	169
Reaktiv effekt [VAr]	23	17	26	24	25	31	28	89	28	26	25
Tilsynelatende effekt [VA]	166	18	169	169	170	170	170	189	170	172	170
Effektfaktor	0,99	0,24	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,88	0,99	0,99	0,99
Cos φ	1,00		0,99	1,00	0,99	0,99	1,00	0,90	0,99	1,00	1,00
DC [mA]	15		6	51	10	76	49	15	43	23	33
3h [mA]	40		49	40	52	52	53	54	54	52	49
5h [mA]	18		12	18	13	12	13	29	13	12	12
7h [mA]	24		33	25	34	33	33	47	33	32	33
THD [%]	7,5	50,0	8,6	7,3	9,0	9,0	9,2	14,7	9,2	8,6	8,6
KF	1,5		1,6	1,4	1,6	1,6	1,6	7,7	1,6	1,5	1,5
Lyskildetype	NaH	NaH	MH	NaH	MH	MH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH

Pådrag: 50%

	Mast 1	Mast 2	Mast 3	Mast 4	Mast 5	Mast 6	Mast 7	Mast 8	Mast 9	Mast 10	Mast 11
Spennning [V]	226,1		226,1	226,4	226,5	226,3	226,7	226,6	226,4	226,4	226,5
Strøm [A]	487		485	493	495	495	497	625	514	511	487
frekvens [Hz]											
Effekt [W]	108		107	110	110	110	110	109	114	113	107
Reaktiv eff	24		25	21	25	25	25	91	106	25	25
Tilsynelatende eff	110		110	112	112	112	113	142	117	116	110
Effektfaktor	0,98		0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,77	0,98	0,98	0,97
Cos φ	0,99		0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,79	0,99	0,99	0,99
DC [A]	51		3	19	9	35	38	27	2	14	25
3h [A]	36		44	35	47	48	49	51	52	47	45
5h [A]	18		9	18	11	11	8	22	10	11	10
7h [A]	18		25	18	25	25	25	39	28	25	25
THD [%]	9,6		11,3	9,5	11,7	11,5	12,0	17,4	12,2	11,6	11,5
KF	1,7		2,0	1,7	2,0	1,9	1,9	10,3	2,0	2,0	2,0
Lyskildetype	NaH	NaH	MH	NaH	MH	MH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH

- Mast 2 var først tent, men slukket etter hvert
- Kabel med 5 ledere til mastene
- 25 A smeltesikring i matsene

Måleresultater fra testanlegget i Høgskoleringen

Dato: 29.05.2007

Pådrag: 100%

	Tennskap	Mast 1	Mast 7	Mast 11
Spenning [V]	229,8	224,0	224,9	224,4
Strøm [mA]	7670	747	736	749
frekvens [Hz]	50	50	50	50
Effekt [W]	1730	167	164	166
Reaktiv eff	320	23	25	28
Tilsynelatende eff	1760	168	166	168
Effektfaktor	0,98	0,99	0,99	0,99
Cos ϕ	0,99	1,00	1,00	1,00
DC [mA]	0	8	20	54
3h [mA]	540	41	52	51
5h [mA]	120	17	11	12
7h [mA]	340	24	32	32
THD [%]	9,4	7,3	9,1	8,6
KF	1,9	1,4	1,5	1,5
Lyskildetype		NaH	NaH	NaH

Pådrag: 50%

	Tennskap	Mast 1	Mast 7	Mast 11
Spenning [V]	229,2	224,7	225,6	225,6
Strøm [mA]	5120	493	503	484
frekvens [Hz]	50	50	50	50
Effekt [W]	1130	109	111	106
Reaktiv eff	320	21	25	24
Tilsynelatende eff	1170	111	114	109
Effektfaktor	0,96	0,98	0,98	0,98
Cos ϕ	0,97	0,99	0,99	0,99
DC [mA]		2	6	21
3h [mA]	480	37	49	44
5h [mA]	80	16	7	8
7h [mA]	300	20	28	27
THD [%]	12,8	9,7	12,0	11,7
KF	2,7	1,8	2,0	2,1
Lyskildetype		NaH	NaH	NaH

Vedlegg E

Soldata, Trondheim

Soldata for Trondheim

Dato	Soloppgang	Astronomisk ur av	Astronomisk ur på	Solhøgning	50% on 50 % off	Drift 100 %	Drift 50 %
Januar							
01.jan	09:59	09:43	15:01	14:46	23,30	04:45	05:15
02.jan	09:57	09:42	15:03	14:48	23,30	04:45	05:15
03.jan	09:56	09:41	15:04	14:49	23,30	04:45	05:15
04.jan	09:55	09:40	15:06	14:51	23,30	04:45	05:15
05.jan	09:54	09:39	15:08	14:53	23,30	04:45	05:15
06.jan	09:53	09:38	15:10	14:55	23,30	04:45	05:15
07.jan	09:52	09:37	15:11	14:56	23,30	04:45	05:15
08.jan	09:51	09:36	15:12	14:57	23,30	04:45	05:15
09.jan	09:50	09:35	15:15	15:00	23,30	04:45	05:15
10.jan	09:49	09:34	15:17	15:02	23,30	04:45	05:15
11.jan	09:47	09:32	15:20	15:05	23,30	04:45	05:15
12.jan	09:45	09:30	15:22	15:07	23,30	04:45	05:15
13.jan	09:43	09:28	15:25	15:10	23,30	04:45	05:15
14.jan	09:41	09:26	15:28	15:13	23,30	04:45	05:15
15.jan	09:39	09:24	15:30	15:15	23,30	04:45	05:15
16.jan	09:37	09:22	15:33	15:18	23,30	04:45	05:15
17.jan	09:35	09:20	15:36	15:21	23,30	04:45	05:15
18.jan	09:33	09:18	15:39	15:24	23,30	04:45	05:15
19.jan	09:31	09:16	15:42	15:27	23,30	04:45	05:15
20.jan	09:29	09:14	15:45	15:30	23,30	04:45	05:15
21.jan	09:27	09:12	15:48	15:33	23,30	04:45	05:15
22.jan	09:25	09:10	15:50	15:35	23,30	04:45	05:15
23.jan	09:21	09:08	15:53	15:38	23,30	04:45	05:15
24.jan	09:16	09:01	15:56	15:41	23,30	04:45	05:15
25.jan	09:14	08:59	16:00	15:45	23,30	04:45	05:15
26.jan	09:11	08:56	16:03	15:48	23,30	04:45	05:15
27.jan	09:08	08:53	16:06	15:51	23,30	04:45	05:15
28.jan	09:06	08:51	16:09	15:54	23,30	04:45	05:15
29.jan	09:03	08:48	16:12	15:57	23,30	04:45	05:15
30.jan	09:00	08:45	16:15	16:00	23,30	04:45	05:15
31.jan	08:58	08:43	16:18	16:03	23,30	04:45	05:15
Februar							
01.feb	08:55	08:40	16:21	16:06	23,30	04:45	05:15
02.feb	08:52	08:37	16:24	16:09	23,30	04:45	05:15
03.feb	08:50	08:34	16:27	16:12	23,30	04:45	05:15
04.feb	08:48	08:31	16:31	16:16	23,30	04:45	05:15
05.feb	08:46	08:28	16:34	16:19	23,30	04:45	05:15
06.feb	08:44	08:25	16:37	16:22	23,30	04:45	05:15
07.feb	08:37	08:22	16:40	16:25	23,30	04:45	05:15
08.feb	08:34	08:19	16:43	16:28	23,30	04:45	05:15
09.feb	08:31	08:16	16:46	16:31	23,30	04:45	05:15
10.feb	08:28	08:13	16:49	16:34	23,30	04:45	05:15
11.feb	08:25	08:10	16:53	16:38	23,30	04:45	05:15
12.feb	08:22	08:07	16:56	16:41	23,30	04:45	05:15
13.feb	08:19	08:04	16:59	16:44	23,30	04:45	05:15
14.feb	08:15	08:00	17:02	16:47	23,30	04:45	05:15
15.feb	08:12	07:57	17:05	16:50	23,30	04:45	05:15
16.feb	08:09	07:54	17:08	16:53	23,30	04:45	05:15
17.feb	08:06	07:51	17:11	16:56	23,30	04:45	05:15
18.feb	08:03	07:48	17:14	16:59	23,30	04:45	05:15
19.feb	07:59	07:44	17:18	17:03	23,30	04:45	05:15
20.feb	07:56	07:41	17:21	17:06	23,30	04:45	05:15
21.feb	07:53	07:38	17:24	17:09	23,30	04:45	05:15
22.feb	07:50	07:35	17:27	17:12	23,30	04:45	05:15
23.feb	07:47	07:32	17:30	17:15	23,30	04:45	05:15
24.feb	07:43	07:28	17:33	17:18	23,30	04:45	05:15
25.feb	07:40	07:25	17:36	17:21	23,30	04:45	05:15
26.feb	07:37	07:22	17:39	17:24	23,30	04:45	05:15
27.feb	07:33	07:18	17:42	17:27	23,30	04:45	05:15
28.feb	07:30	07:15	17:45	17:30	23,30	04:45	05:15
01.mars	07:27	07:12	17:48	17:33	23,30	04:45	05:15
02.mars	07:24	07:09	17:51	17:36	23,30	04:45	05:15
03.mars	07:21	07:06	17:54	17:39	23,30	04:45	05:15
04.mars	07:18	07:03	17:57	17:42	23,30	04:45	05:15
05.mars	07:15	07:00	18:00	17:45	23,30	04:45	05:15
06.mars	07:12	06:57	18:03	17:48	23,30	04:45	05:15
07.mars	07:09	06:54	18:06	17:51	23,30	04:45	05:15
08.mars	07:06	06:51	18:09	17:54	23,30	04:45	05:15
09.mars	07:03	06:48	18:12	17:57	23,30	04:45	05:15
10.mars	07:00	06:45	18:15	18:00	23,30	04:45	05:15
11.mars	06:57	06:42	18:18	18:03	23,30	04:45	05:15
12.mars	06:54	06:39	18:21	18:06	23,30	04:45	05:15
13.mars	06:51	06:36	18:24	18:09	23,30	04:45	05:15
14.mars	06:48	06:33	18:27	18:12	23,30	04:45	05:15
15.mars	06:45	06:30	18:30	18:15	23,30	04:45	05:15
16.mars	06:42	06:27	18:33	18:18	23,30	04:45	05:15
17.mars	06:39	06:24	18:36	18:21	23,30	04:45	05:15
18.mars	06:36	06:21	18:39	18:24	23,30	04:45	05:15
19.mars	06:33	06:18	18:42	18:27	23,30	04:45	05:15
20.mars	06:30	06:15	18:45	18:30	23,30	04:45	05:15
21.mars	06:27	06:12	18:48	18:33	23,30	04:45	05:15
22.mars	06:24	06:09	18:51	18:36	23,30	04:45	05:15
23.mars	06:21	06:06	18:54	18:39	23,30	04:45	05:15
24.mars	06:18	06:03	18:57	18:42	23,30	04:45	05:15
25.mars	06:15	06:00	19:00	18:45	23,30	04:45	05:15
26.mars	06:12	05:57	19:03	18:48	23,30	04:45	05:15
27.mars	06:09	05:54	19:06	18:51	23,30	04:45	05:15
28.mars	06:06	05:51	19:09	18:54	23,30	04:45	05:15
29.mars	06:03	05:48	19:12	18:57	23,30	04:45	05:15
30.mars	06:00	05:45	19:15	19:00	23,30	04:45	05:15
31.mars	05:57	05:42	19:18	19:03	23,30	04:45	05:15
01.april	05:54	05:39	19:21	19:06	23,30	04:45	05:15
02.april	05:51	05:36	19:24	19:09	23,30	04:45	05:15
03.april	05:48	05:33	19:27	19:12	23,30	04:45	05:15
04.april	05:45	05:30	19:30	19:15	23,30	04:45	05:15
05.april	05:42	05:27	19:33	19:18	23,30	04:45	05:15
06.april	05:39	05:24	19:36	19:21	23,30	04:45	05:15
07.april	05:36	05:21	19:39	19:24	23,30	04:45	05:15
08.april	05:33	05:18	19:42	19:27	23,30	04:45	05:15
09.april	05:30	05:15	19:45	19:30	23,30	04:45	05:15
10.april	05:27	05:12	19:48	19:33	23,30	04:45	05:15
11.april	05:24	05:09	19:51	19:36	23,30	04:45	05:15
12.april	05:21	05:06	19:54	19:39	23,30	04:45	05:15
13.april	05:18	05:03	19:57	19:42	23,30	04:45	05:15
14.april	05:15	05:00	20:00	19:45	23,30	04:45	05:15
15.april	05:12	04:57	20:03	19:48	23,30	04:45	05:15
16.april	05:09	04:54	20:06	19:51	23,30	04:45	05:15
17.april	05:06	04:51	20:09	19:54	23,30	04:45	05:15
18.april	05:03	04:48	20:12	19:57	23,30	04:45	05:15
19.april	05:00	04:45	20:15	20:00	23,30	04:45	05:15
20.april	04:57	04:42	20:18	20:03	23,30	04:45	05:15
21.april	04:54	04:39	20:21	20:06	23,30	04:45	05:15
22.april	04:51	04:36	20:24	20:09	23,30	04:45	05:15
23.april	04:48	04:33	20:27	20:12	23,30	04:45	05:15
24.april	04:45	04:30	20:30	20:15	23,30	04:45	05:15
25.april	04:42	04:27	20:33	20:18	23,30	04:45	05:15
26.april	04:39	04:24	20:36	20:21	23,30	04:45	05:15
27.april	04:36	04:21	20:39	20:24	23,30	04:45	05:15
28.april	04:33	04:18	20:42	20:27	23,30	04:45	05:15
29.april	04:30	04:15	20:45	20:30	23,30	04:45	05:15
30.april	04:27	04:12	20:48	20:33	23,30	04:45	05:15
01.mai	04:24	04:09	20:51	20:36	23,30	04:45	05:15
02.mai	04:21	04:06	20:54	20:39	23,30	04:45	05:15
03.mai	04:18	04:03	20:57	20:42	23,30	04:45	05:15
04.mai	04:15	04:00	21:00	20:45	23,30	04:45	05:15
05.mai	04:12	03:57	21:03	20:48	23,30	04:45	05:15
06.mai	04:09	03:54	21:06	20:51	23,30	04:45	05:15
07.mai	04:06	03:51	21:09	20:54	23,30	04:45	05:15

Dato	Soloppgang	Astronomisk ur av	Astronomisk ur på	Solnedgang	50% on 50 % off	Drift 100 % Drift 50 %
01.mai	04:59	04:44	21:47	21:32	23:30 04:45	06:57 01:42 05:15
02.mai	04:56	04:41	21:50	21:35	23:30 04:45	06:51 01:36 05:15
03.mai	04:53	04:38	21:53	21:38	23:30 04:45	06:45 01:30 05:15
04.mai	04:49	04:34	21:56	21:41	23:30 04:45	06:38 01:23 05:15
05.mai	04:45	04:30	22:00	21:45	23:30 04:45	06:31 01:17 05:15
06.mai	04:43	04:28	22:02	21:47	23:30 04:45	06:26 01:11 05:15
07.mai	04:40	04:25	22:06	21:51	23:30 04:45	06:19 01:04 05:15
08.mai	04:37	04:22	22:09	21:54	23:30 04:45	06:13 00:58 05:15
09.mai	04:34	04:19	22:12	21:57	23:30 04:45	06:07 00:52 05:15
10.mai	04:30	04:15	22:15	22:00	23:30 04:45	06:00 00:45 05:15
11.mai	04:27	04:12	22:18	22:03	23:30 04:45	05:54 00:39 05:15
12.mai	04:24	04:09	22:21	22:06	23:30 04:45	05:47 00:32 05:15
13.mai	04:21	04:06	22:24	22:09	23:30 04:45	05:41 00:26 05:15
14.mai	04:18	04:03	22:27	22:12	23:30 04:45	05:36 00:21 05:15
15.mai	04:15	04:00	22:30	22:15	23:30 04:45	05:30 00:15 05:15
16.mai	04:12	03:57	22:33	22:18	23:30 04:45	05:24 00:09 05:15
17.mai	04:09	03:54	22:36	22:21	23:30 04:45	05:18 00:03 05:15
18.mai	04:06	03:51	22:39	22:24	23:30 04:45	05:12 00:00 05:15
19.mai	04:03	03:48	22:42	22:27	23:30 04:45	05:06 00:00 05:15
20.mai	04:00	03:45	22:45	22:30	23:30 04:45	05:00 00:00 05:15
21.mai	03:58	03:43	22:48	22:33	23:30 04:45	04:55 00:00 05:15
22.mai	03:55	03:40	22:51	22:36	23:30 04:45	04:49 00:00 05:15
23.mai	03:52	03:37	22:53	22:38	23:30 04:45	04:44 00:00 05:15
24.mai	03:49	03:34	22:56	22:41	23:30 04:45	04:38 00:00 05:15
25.mai	03:46	03:31	22:59	22:44	23:30 04:45	04:32 00:00 05:15
26.mai	03:43	03:28	23:02	22:47	23:30 04:45	04:26 00:00 05:15
27.mai	03:40	03:25	23:05	22:50	23:30 04:45	04:20 00:00 05:15
28.mai	03:37	03:22	23:07	22:52	23:30 04:45	04:17 00:00 05:15
29.mai	03:34	03:19	23:10	22:55	23:30 04:45	04:12 00:00 05:15
30.mai	03:31	03:16	23:13	22:58	23:30 04:45	04:06 00:00 05:15
31.mai	03:28	03:13	23:15	23:00	23:30 04:45	04:02 00:00 05:15
01.juni	03:26	03:11	23:18	23:03	23:30 04:45	03:57 00:00 05:15
02.juni	03:23	03:08	23:20	23:05	23:30 04:45	03:53 00:00 05:15
03.juni	03:20	03:05	23:23	23:08	23:30 04:45	03:47 00:00 05:15
04.juni	03:17	03:02	23:25	23:10	23:30 04:45	03:43 00:00 05:15
05.juni	03:14	03:00	23:27	23:12	23:30 04:45	03:39 00:00 05:15
06.juni	03:11	02:57	23:30	23:15	23:30 04:45	03:35 00:00 05:15
07.juni	03:08	02:54	23:32	23:17	23:30 04:45	03:31 00:00 05:15
08.juni	03:06	02:52	23:34	23:19	23:30 04:45	03:27 00:00 05:15
09.juni	03:03	02:50	23:36	23:21	23:30 04:45	03:24 00:00 05:15
10.juni	03:01	02:48	23:38	23:22	23:30 04:45	03:21 00:00 05:15
11.juni	02:59	02:46	23:40	23:24	23:30 04:45	03:18 00:00 05:15
12.juni	02:57	02:44	23:42	23:26	23:30 04:45	03:15 00:00 05:15
13.juni	02:55	02:42	23:44	23:27	23:30 04:45	03:13 00:00 05:15
14.juni	02:53	02:40	23:46	23:29	23:30 04:45	03:10 00:00 05:15
15.juni	02:51	02:38	23:48	23:30	23:30 04:45	03:08 00:00 05:15
16.juni	02:49	02:36	23:50	23:31	23:30 04:45	03:06 00:00 05:15
17.juni	02:47	02:34	23:52	23:32	23:30 04:45	03:05 00:00 05:15
18.juni	02:45	02:32	23:54	23:33	23:30 04:45	03:03 00:00 05:15
19.juni	02:43	02:30	23:56	23:34	23:30 04:45	03:02 00:00 05:15
20.juni	02:41	02:28	23:58	23:35	23:30 04:45	03:01 00:00 05:15
21.juni	02:39	02:26	24:00	23:36	23:30 04:45	03:00 00:00 05:15
22.juni	02:37	02:24	24:02	23:37	23:30 04:45	02:59 00:00 05:15
23.juni	02:35	02:22	24:04	23:38	23:30 04:45	02:58 00:00 05:15
24.juni	02:33	02:20	24:06	23:39	23:30 04:45	02:57 00:00 05:15
25.juni	02:31	02:18	24:08	23:40	23:30 04:45	02:56 00:00 05:15
26.juni	02:29	02:16	24:10	23:41	23:30 04:45	02:55 00:00 05:15
27.juni	02:27	02:14	24:12	23:42	23:30 04:45	02:54 00:00 05:15
28.juni	02:25	02:12	24:14	23:43	23:30 04:45	02:53 00:00 05:15
29.juni	02:23	02:10	24:16	23:44	23:30 04:45	02:52 00:00 05:15
30.juni	02:21	02:08	24:18	23:45	23:30 04:45	02:51 00:00 05:15
01.juli	02:19	02:06	24:20	23:46	23:30 04:45	02:50 00:00 05:15
02.juli	02:17	02:04	24:22	23:47	23:30 04:45	02:49 00:00 05:15
03.juli	02:15	02:02	24:24	23:48	23:30 04:45	02:48 00:00 05:15
04.juli	02:13	02:00	24:26	23:49	23:30 04:45	02:47 00:00 05:15
05.juli	02:11	01:58	24:28	23:50	23:30 04:45	02:46 00:00 05:15
06.juli	02:09	01:56	24:30	23:51	23:30 04:45	02:45 00:00 05:15
07.juli	02:07	01:54	24:32	23:52	23:30 04:45	02:44 00:00 05:15
08.juli	02:05	01:52	24:34	23:53	23:30 04:45	02:43 00:00 05:15
09.juli	02:03	01:50	24:36	23:54	23:30 04:45	02:42 00:00 05:15
10.juli	02:01	01:48	24:38	23:55	23:30 04:45	02:41 00:00 05:15
11.juli	01:59	01:46	24:40	23:56	23:30 04:45	02:40 00:00 05:15
12.juli	01:57	01:44	24:42	23:57	23:30 04:45	02:39 00:00 05:15
13.juli	01:55	01:42	24:44	23:58	23:30 04:45	02:38 00:00 05:15
14.juli	01:53	01:40	24:46	23:59	23:30 04:45	02:37 00:00 05:15
15.juli	01:51	01:38	24:48	24:00	23:30 04:45	02:36 00:00 05:15
16.juli	01:49	01:36	24:50	24:01	23:30 04:45	02:35 00:00 05:15
17.juli	01:47	01:34	24:52	24:02	23:30 04:45	02:34 00:00 05:15
18.juli	01:45	01:32	24:54	24:03	23:30 04:45	02:33 00:00 05:15
19.juli	01:43	01:30	24:56	24:04	23:30 04:45	02:32 00:00 05:15
20.juli	01:41	01:28	24:58	24:05	23:30 04:45	02:31 00:00 05:15
21.juli	01:39	01:26	25:00	24:06	23:30 04:45	02:30 00:00 05:15
22.juli	01:37	01:24	25:02	24:07	23:30 04:45	02:29 00:00 05:15
23.juli	01:35	01:22	25:04	24:08	23:30 04:45	02:28 00:00 05:15
24.juli	01:33	01:20	25:06	24:09	23:30 04:45	02:27 00:00 05:15
25.juli	01:31	01:18	25:08	24:10	23:30 04:45	02:26 00:00 05:15
26.juli	01:29	01:16	25:10	24:11	23:30 04:45	02:25 00:00 05:15
27.juli	01:27	01:14	25:12	24:12	23:30 04:45	02:24 00:00 05:15
28.juli	01:25	01:12	25:14	24:13	23:30 04:45	02:23 00:00 05:15
29.juli	01:23	01:10	25:16	24:14	23:30 04:45	02:22 00:00 05:15
30.juli	01:21	01:08	25:18	24:15	23:30 04:45	02:21 00:00 05:15
31.juli	01:19	01:06	25:20	24:16	23:30 04:45	02:20 00:00 05:15
01.august	01:17	01:04	25:22	24:17	23:30 04:45	02:19 00:00 05:15
02.august	01:15	01:02	25:24	24:18	23:30 04:45	02:18 00:00 05:15
03.august	01:13	01:00	25:26	24:19	23:30 04:45	02:17 00:00 05:15
04.august	01:11	00:58	25:28	24:20	23:30 04:45	02:16 00:00 05:15
05.august	01:09	00:56	25:30	24:21	23:30 04:45	02:15 00:00 05:15
06.august	01:07	00:54	25:32	24:22	23:30 04:45	02:14 00:00 05:15
07.august	01:05	00:52	25:34	24:23	23:30 04:45	02:13 00:00 05:15
08.august	01:03	00:50	25:36	24:24	23:30 04:45	02:12 00:00 05:15
09.august	01:01	00:48	25:38	24:25	23:30 04:45	02:11 00:00 05:15
10.august	00:59	00:46	25:40	24:26	23:30 04:45	02:10 00:00 05:15
11.august	00:57	00:44	25:42	24:27	23:30 04:45	02:09 00:00 05:15
12.august	00:55	00:42	25:44	24:28	23:30 04:45	02:08 00:00 05:15
13.august	00:53	00:40	25:46	24:29	23:30 04:45	02:07 00:00 05:15
14.august	00:51	00:38	25:48	24:30	23:30 04:45	02:06 00:00 05:15
15.august	00:49	00:36	25:50	24:31	23:30 04:45	02:05 00:00 05:15
16.august	00:47	00:34	25:52	24:32	23:30 04:45	02:04 00:00 05:15
17.august	00:45	00:32	25:54	24:33	23:30 04:45	02:03 00:00 05:15
18.august	00:43	00:30	25:56	24:34	23:30 04:45	02:02 00:00 05:15
19.august	00:41	00:28	25:58	24:35	23:30 04:45	02:01 00:00 05:15
20.august	00:39	00:26	26:00	24:36	23:30 04:45	02:00 00:00 05:15
21.august	00:37	00:24	26:02	24:37	23:30 04:45	01:59 00:00 05:15
22.august	00:35	00:22	26:04	24:38	23:30 04:45	01:58 00:00 05:15
23.august	00:33	00:20	26:06	24:39	23:30 04:45	01:57 00:00 05:15
24.august	00:31	00:18	26:08	24:40	23:30 04:45	01:56 00:00 05:15
25.august	00:29	00:16	26:10	24:41	23:30 04:45	01:55 00:00 05:15
26.august	00:27	00:14	26:12	24:42	23:30 04:45	01:54 00:00 05:15
27.august	00:25	00:12	26:14	24:43	23:30 04:45	01:53 00:00 05:15
28.august	00:23	00:10	26:16	24:44	23:30 04:45	01:52

Dato	Soloppgang	Astronomisk ur av	Astronomisk ur på	Solnedgang	50% on 50 % off	Driftetid	Drift 100 % Drift 50 %
01.sep	06:02	05:47	20:51	20:36	23:30	06:56	03:41
02.sep	06:05	05:50	20:57	20:32	23:30	06:54	03:48
03.sep	06:08	05:53	20:44	20:29	23:30	06:51	03:54
04.sep	06:10	05:55	20:40	20:25	23:30	06:48	03:59
05.sep	06:13	05:58	20:36	20:21	23:30	06:45	04:05
06.sep	06:16	06:01	20:34	20:19	23:30	06:42	04:11
07.sep	06:19	06:04	20:30	20:16	23:30	06:39	04:19
08.sep	06:21	06:06	20:27	20:12	23:30	06:36	04:24
09.sep	06:24	06:09	20:23	20:08	23:30	06:33	04:31
10.sep	06:27	06:12	20:20	20:05	23:30	06:30	04:37
11.sep	06:30	06:15	20:16	20:01	23:30	06:27	04:44
12.sep	06:33	06:18	20:13	19:58	23:30	06:24	04:50
13.sep	06:36	06:21	20:09	19:54	23:30	06:21	04:56
14.sep	06:39	06:24	20:06	19:51	23:30	06:18	05:02
15.sep	06:41	06:26	20:03	19:48	23:30	06:15	05:08
16.sep	06:43	06:28	20:00	19:44	23:30	06:12	05:15
17.sep	06:46	06:31	19:59	19:41	23:30	06:09	05:20
18.sep	06:49	06:34	19:56	19:41	23:30	06:06	05:25
19.sep	06:52	06:37	19:52	19:37	23:30	06:03	05:31
20.sep	06:55	06:40	19:48	19:34	23:30	06:00	05:37
21.sep	06:57	06:42	19:45	19:30	23:30	05:57	05:43
22.sep	07:00	06:45	19:42	19:27	23:30	05:54	05:49
23.sep	07:03	06:48	19:38	19:23	23:30	05:51	05:55
24.sep	07:05	06:50	19:35	19:20	23:30	05:48	05:58
25.sep	07:08	06:53	19:31	19:16	23:30	05:45	06:04
26.sep	07:11	06:56	19:28	19:13	23:30	05:42	06:10
27.sep	07:14	06:59	19:24	19:09	23:30	05:39	06:16
28.sep	07:16	07:01	19:18	19:03	23:30	05:36	06:23
29.sep	07:19	07:04	19:14	18:59	23:30	05:33	06:30
30.sep	07:22	07:07	19:11	18:56	23:30	05:30	06:35
01.okt	07:25	07:10	19:07	18:52	23:30	05:27	06:41
02.okt	07:27	07:12	19:04	18:46	23:30	05:24	06:48
03.okt	07:30	07:15	19:01	18:46	23:30	05:21	06:53
04.okt	07:33	07:18	18:57	18:42	23:30	05:18	06:59
05.okt	07:36	07:21	18:54	18:39	23:30	05:15	07:06
06.okt	07:39	07:24	18:50	18:35	23:30	05:12	07:12
07.okt	07:41	07:26	18:47	18:32	23:30	05:09	07:19
08.okt	07:44	07:29	18:44	18:29	23:30	05:06	07:24
09.okt	07:47	07:32	18:41	18:25	23:30	05:03	07:30
10.okt	07:50	07:35	18:37	18:22	23:30	05:00	07:37
11.okt	07:53	07:38	18:34	18:19	23:30	04:57	07:43
12.okt	07:55	07:40	18:30	18:15	23:30	04:54	07:49
13.okt	07:58	07:43	18:27	18:12	23:30	04:51	07:55
14.okt	08:01	07:46	18:23	18:08	23:30	04:48	08:01
15.okt	08:04	07:49	18:20	18:04	23:30	04:45	08:08
16.okt	08:07	07:52	18:17	18:01	23:30	04:42	08:14
17.okt	08:10	07:55	18:13	17:58	23:30	04:39	08:20
18.okt	08:13	07:58	18:10	17:55	23:30	04:36	08:27
19.okt	08:16	08:01	18:07	17:52	23:30	04:33	08:33
20.okt	08:19	08:04	18:04	17:49	23:30	04:30	08:39
21.okt	08:21	08:06	18:00	17:45	23:30	04:27	08:45
22.okt	08:24	08:09	17:57	17:42	23:30	04:24	08:51
23.okt	08:27	08:12	17:54	17:39	23:30	04:21	08:57
24.okt	08:30	08:15	17:50	17:35	23:30	04:18	09:03
25.okt	08:33	08:18	17:47	17:32	23:30	04:15	09:10
26.okt	08:36	08:21	17:44	17:29	23:30	04:12	09:16
27.okt	08:39	08:24	17:41	17:26	23:30	04:09	09:22
28.okt	08:42	08:27	17:38	17:23	23:30	04:06	09:28
29.okt	08:45	08:30	17:35	17:20	23:30	04:03	09:34
30.okt	08:48	08:33	17:32	17:17	23:30	04:00	09:40
31.okt	08:51	08:36	17:29	17:14	23:30	03:57	09:47
01.nov	08:54	08:39	17:26	17:11	23:30	03:54	09:53
02.nov	08:57	08:42	17:23	17:08	23:30	03:51	09:59
03.nov	09:00	08:45	17:20	17:05	23:30	03:48	10:05
04.nov	09:03	08:48	17:17	17:02	23:30	03:45	10:11
05.nov	09:06	08:51	17:14	16:59	23:30	03:42	10:17
06.nov	09:09	08:54	17:11	16:56	23:30	03:39	10:23
07.nov	09:12	08:57	17:08	16:53	23:30	03:36	10:29
08.nov	09:15	09:00	17:05	16:50	23:30	03:33	10:35
09.nov	09:18	09:03	17:02	16:47	23:30	03:30	10:41
10.nov	09:21	09:06	16:59	16:44	23:30	03:27	10:47
11.nov	09:24	09:09	16:56	16:41	23:30	03:24	10:53
12.nov	09:27	09:12	16:53	16:38	23:30	03:21	10:59
13.nov	09:30	09:15	16:50	16:35	23:30	03:18	11:05
14.nov	09:33	09:18	16:47	16:32	23:30	03:15	11:11
15.nov	09:36	09:21	16:44	16:29	23:30	03:12	11:17
16.nov	09:39	09:24	16:41	16:26	23:30	03:09	11:23
17.nov	09:42	09:27	16:38	16:23	23:30	03:06	11:29
18.nov	09:45	09:30	16:35	16:20	23:30	03:03	11:35
19.nov	09:48	09:33	16:32	16:17	23:30	03:00	11:41
20.nov	09:51	09:36	16:29	16:14	23:30	02:57	11:47
21.nov	09:54	09:39	16:26	16:11	23:30	02:54	11:53
22.nov	09:57	09:42	16:23	16:08	23:30	02:51	11:59
23.nov	09:59	09:44	16:20	16:05	23:30	02:48	12:05
24.nov	10:02	09:47	16:17	16:02	23:30	02:45	12:11
25.nov	10:05	09:50	16:14	15:59	23:30	02:42	12:17
26.nov	10:08	09:53	16:11	15:56	23:30	02:39	12:23
27.nov	10:11	09:56	16:08	15:53	23:30	02:36	12:29
28.nov	10:14	09:59	16:05	15:50	23:30	02:33	12:35
29.nov	10:17	10:02	16:02	15:47	23:30	02:30	12:41
30.nov	10:20	10:05	15:59	15:44	23:30	02:27	12:47
01.des	10:23	10:08	15:56	15:41	23:30	02:24	12:53
02.des	10:26	10:11	15:53	15:38	23:30	02:21	12:59
03.des	10:29	10:14	15:50	15:35	23:30	02:18	13:05
04.des	10:32	10:17	15:47	15:32	23:30	02:15	13:11
05.des	10:35	10:20	15:44	15:29	23:30	02:12	13:17
06.des	10:38	10:23	15:41	15:26	23:30	02:09	13:23
07.des	10:41	10:26	15:38	15:23	23:30	02:06	13:29
08.des	10:44	10:29	15:35	15:20	23:30	02:03	13:35
09.des	10:47	10:32	15:32	15:17	23:30	02:00	13:41
10.des	10:50	10:35	15:29	15:14	23:30	01:57	13:47
11.des	10:53	10:38	15:26	15:11	23:30	01:54	13:53
12.des	10:56	10:41	15:23	15:08	23:30	01:51	13:59
13.des	10:59	10:44	15:20	15:05	23:30	01:48	14:05
14.des	11:02	10:47	15:17	15:02	23:30	01:45	14:11
15.des	11:05	10:50	15:14	14:59	23:30	01:42	14:17
16.des	11:08	10:53	15:11	14:56	23:30	01:39	14:23
17.des	11:11	10:56	15:08	14:53	23:30	01:36	14:29
18.des	11:14	10:59	15:05	14:50	23:30	01:33	14:35
19.des	11:17	11:02	15:02	14:47	23:30	01:30	14:41
20.des	11:20	11:05	14:59	14:44	23:30	01:27	14:47
21.des	11:23	11:08	14:56	14:41	23:30	01:24	14:53
22.des	11:26	11:11	14:53	14:38	23:30	01:21	14:59
23.des	11:29	11:14	14:50	14:35	23:30	01:18	15:05
24.des	11:32	11:17	14:47	14:32	23:30	01:15	15:11
25.des	11:35	11:20	14:44	14:29	23:30	01:12	15:17
26.des	11:38	11:23	14:41	14:26	23:30	01:09	15:23
27.des	11:41	11:26	14:38	14:23	23:30	01:06	15:29
28.des	11:44	11:29	14:35	14:20	23:30	01:03	15:35
29.des	11:47	11:32	14:32	14:17	23:30	01:00	15:41
30.des	11:50	11:35	14:29	14:14	23:30	00:57	15:47
31.des	11:53	11:38	14:26	14:11	23:30	00:54	15:53
01.jan	11:56	11:41	14:23	14:08	23:30	00:51	15:59
02.jan	11:59	11:44	14:20	14:05	23:30	00:48	16:05
03.jan	12:02	11:47	14:17	14:02	23:30	00:45	16:11
04.jan	12:05	11:50	14:14	13:59	23:30	00:42	16:17
05.jan	12:08	11:53	14:11	13:56	23:30	00:39	16:23
06.jan	12:11	11:56	14:08	13:53	23:30	00:36	16:29
07.jan	12:14	11:59	14:05	13:50	23:30	00:33	16:35
08.jan	12:17	12:02	14:02	13:47	23:30	00:30	16:41
09.jan	12:20	12:05	13:59	13:44	23:30	00:27	16:47
10.jan	12:23	12:08	13:56	13:41	23:30	00:24	16:53
11.jan	12:26	12:11	13:53	13:38	23:30	00:21	16:59
12.jan	12:29	12:14	13:50	13:35	23:30	00:18	17:05
13.jan	12:32	12:17	13:47	13:32	23:30	00:15	17:11
14.jan	12:35	12:20	13:44	13:29	23:30	00:12	17:17
15.jan	12:38	12:23	13:41	13:26	23:30	00:09	17:23
16.jan	12:41	12:26	13:38	13:23	23:30	00:06	17:29
17.jan	12:44	12:29	13:35	13:20	23:30	00:03	17:35
18.jan	12:47	12:32	13:32	13:17	23:30	00:00	17:41
19.jan	12:50	12:35	13:29	13:14	23:30	00:00	17:47
20.jan	12:53	12:38	13:26	13:11	23:30	00:00	17:53
21.jan	12:56	12:41	13:23	13:08	23:30	00:00	17:59
22.jan	12:59	12:44	13:20	13:05	23:30	00:00	18:05
23.jan	13						

Vedlegg F

Resultater fra Febdok

Vedlegg F1: Resultater fra Febdok, Høgskoleringen


Kurs nr.	K-1	Kurs skal ikke være beskyttet av strømlytt jodfeilvern.																			
Løstskrivelse	Konjugasjon	armaturer	evnt fordelt																		
Jording/tilsvning	230	V																			
Måkepotensial	0,726	A																			
Løstnom	0,91																				
Coef phi	0,152	KW																			
Måkeeffekt, Pa	0,167	KVA																			
Måkeverdi, Sv	22																				
Absolutt punkt	20	m																			
Kvalitets- til beret punkt	50	m																			
Kvalitets- mellom punkt	0	m																			
Kvalitets- i sørgningspunkt																					
Stige-kabel	PFSF-3x10 CU																				
Spenningsfall totalt	40,6	V	458 %																		
... tilsett fordeling	0	V	0 %																		
Stige-vern																					
Merkning	AEG																				
Fabrikat	N1000_GL																				
Brøttenhet	3S																				
Merketegn																					
Vernet tilfredsstillende alle kravstilt i forskriftene og/eller normer																					
Antall faser	3																				
Fasekobling	L1-L2-L3																				
Sammenlagte strøm [A]	L1: 9,4																				
	L2: 9,4																				
	L3: 8,8																				
EAN-nummer	330207796663																				
Brøttenhet	120	KA 1c																			
I2-verdi	57,75	A																			
Ik [N-A]	Coef phi	I [N-A]	Kabel																		
6,817	0,874	9,877	Te=331F [S]																		
0,11	0,988	0,169	0,028																		
0,076	0,988	0,111	109,53																		
5,904	0,874	8,854	22,16																		
0,085	0,988	0,137	228,28																		
0,066	0,988	0,065	187,4																		
			0,001																		
			0,001																		
			44,47																		
			884,6 @																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Antall</th> <th>Antall</th> <th>Dato:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Høgskoleringen</td> <td>26.05.2007</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FEBDOK_1</td> <td>HEK-400-2006</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>230 V IT</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>vs. 40.00</td> <td>Side 1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28.12.2006</td> <td>av 1</td> </tr> </tbody> </table>				Antall	Antall	Dato:	Høgskoleringen	26.05.2007		FEBDOK_1	HEK-400-2006			230 V IT			vs. 40.00	Side 1		28.12.2006	av 1
Antall	Antall	Dato:																			
Høgskoleringen	26.05.2007																				
FEBDOK_1	HEK-400-2006																				
	230 V IT																				
	vs. 40.00	Side 1																			
	28.12.2006	av 1																			
<p>ITIU Institutt for Elektrifisering O.S. Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287</p>																					


Kurs nr. : K1		Kurs skal ikke være beskyttet av stemmesyrt jordfyllen.																																											
Laufbeskrivelse	elektroniske armaturer 100 %																																												
Jording/tilvenning	230 V																																												
Måkespenning	0,748 A																																												
Leistemål	1,1-1,2-1,3																																												
Cor phi	0,99																																												
Måkeeffekt, Ph	0,17 kW																																												
Måkeeffekt, S _n	0,172 kVA																																												
Antall punkter	22																																												
Kabel lengde til første punkt	L1 9,7 m																																												
Kabel lengde mellom punkter	L2 9,7 m																																												
Kabel lengde i segningspunkt	L3 9,1 m																																												
Stigekabel	PFEP 3x10 CU																																												
Spenningsfall totalt	11,9 V	5,18 %	218 V																																										
... til siste forbindelse	0 V	0 %																																											
Etammespenning																																													
Stigevann																																													
Måking	AEU																																												
Førnkod	NT000_L1																																												
Eyrenavn	55																																												
Måkestørrelse	35																																												
Værnetiltak (for å sikre sikkerheten og/eller normer)																																													
EAN-nummer	3390207796383																																												
Eybetegn	L20																																												
L-ovrent	57,75 A																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dr [kVA]</th> <th>Cor phi</th> <th>i [kVA]</th> <th>Kabel</th> <th>Spenningsfall [V]</th> <th>Spenningsfall [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,817</td> <td>0,874</td> <td>9,877</td> <td>0,028</td> <td>0,001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,11</td> <td>0,998</td> <td>0,159</td> <td>109,53</td> <td>22,16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,076</td> <td>0,998</td> <td>0,11</td> <td>229,28</td> <td>187,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5,904</td> <td>0,874</td> <td>8,254</td> <td>0,038</td> <td>0,001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,095</td> <td>0,998</td> <td>0,137</td> <td>146,041</td> <td>44,97</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,066</td> <td>0,998</td> <td>0,095</td> <td>305,706</td> <td>884,8</td> <td>@</td> </tr> </tbody> </table>				Dr [kVA]	Cor phi	i [kVA]	Kabel	Spenningsfall [V]	Spenningsfall [%]	6,817	0,874	9,877	0,028	0,001		0,11	0,998	0,159	109,53	22,16		0,076	0,998	0,11	229,28	187,8		5,904	0,874	8,254	0,038	0,001		0,095	0,998	0,137	146,041	44,97		0,066	0,998	0,095	305,706	884,8	@
Dr [kVA]	Cor phi	i [kVA]	Kabel	Spenningsfall [V]	Spenningsfall [%]																																								
6,817	0,874	9,877	0,028	0,001																																									
0,11	0,998	0,159	109,53	22,16																																									
0,076	0,998	0,11	229,28	187,8																																									
5,904	0,874	8,254	0,038	0,001																																									
0,095	0,998	0,137	146,041	44,97																																									
0,066	0,998	0,095	305,706	884,8	@																																								
Ansvarlig adresse:		Høgskolen i Heddal																																											
NTNU		Høgskolen i Heddal																																											
Institutt for Elektrifisering		FEEDOK_1																																											
0 5 Bergsteds pl 2 F		FEEDOK_1																																											
7491 TRONDHEIM		FEEDOK																																											
tel. 73591287		vs. 4.0.00																																											
		28.12.2006																																											
		Side 1																																											
		av 1																																											
		Date: 28.05.2007																																											

Kurs nr. : K1		Kurs skal ikke være beskyttet av stemmesyrt jordfyllen.																																											
Laufbeskrivelse	elektroniske armaturer 50 %																																												
Jording/tilvenning	230 V																																												
Måkespenning	0,491 A																																												
Leistemål	1,1-1,2-1,3																																												
Cor phi	0,97																																												
Måkeeffekt, Ph	0,11 kW																																												
Måkeeffekt, S _n	0,113 kVA																																												
Antall punkter	22																																												
Kabel lengde til første punkt	L1 6,4 m																																												
Kabel lengde mellom punkter	L2 6,4 m																																												
Kabel lengde i segningspunkt	L3 6 m																																												
Stigekabel	PFEP 3x10 CU																																												
Spenningsfall totalt	1,7 V	3,22 %	222,3 V																																										
... til siste forbindelse	0 V	0 %																																											
Etammespenning																																													
Stigevann																																													
Måking	AEU																																												
Førnkod	NT000_L1																																												
Eyrenavn	55																																												
Måkestørrelse	35																																												
Værnetiltak (for å sikre sikkerheten og/eller normer)																																													
EAN-nummer	3390207796383																																												
Eybetegn	L20																																												
L-ovrent	57,75 A																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dr [kVA]</th> <th>Cor phi</th> <th>i [kVA]</th> <th>Kabel</th> <th>Spenningsfall [V]</th> <th>Spenningsfall [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,817</td> <td>0,874</td> <td>9,877</td> <td>0,028</td> <td>0,001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,11</td> <td>0,998</td> <td>0,159</td> <td>109,53</td> <td>22,16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,076</td> <td>0,998</td> <td>0,11</td> <td>229,28</td> <td>187,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5,904</td> <td>0,874</td> <td>8,254</td> <td>0,038</td> <td>0,001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,095</td> <td>0,998</td> <td>0,137</td> <td>146,041</td> <td>44,97</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,066</td> <td>0,998</td> <td>0,095</td> <td>305,706</td> <td>884,8</td> <td>@</td> </tr> </tbody> </table>				Dr [kVA]	Cor phi	i [kVA]	Kabel	Spenningsfall [V]	Spenningsfall [%]	6,817	0,874	9,877	0,028	0,001		0,11	0,998	0,159	109,53	22,16		0,076	0,998	0,11	229,28	187,8		5,904	0,874	8,254	0,038	0,001		0,095	0,998	0,137	146,041	44,97		0,066	0,998	0,095	305,706	884,8	@
Dr [kVA]	Cor phi	i [kVA]	Kabel	Spenningsfall [V]	Spenningsfall [%]																																								
6,817	0,874	9,877	0,028	0,001																																									
0,11	0,998	0,159	109,53	22,16																																									
0,076	0,998	0,11	229,28	187,8																																									
5,904	0,874	8,254	0,038	0,001																																									
0,095	0,998	0,137	146,041	44,97																																									
0,066	0,998	0,095	305,706	884,8	@																																								
Ansvarlig adresse:		Høgskolen i Heddal																																											
NTNU		Høgskolen i Heddal																																											
Institutt for Elektrifisering		FEEDOK_1																																											
0 5 Bergsteds pl 2 F		FEEDOK_1																																											
7491 TRONDHEIM		FEEDOK																																											
tel. 73591287		vs. 4.0.00																																											
		28.12.2006																																											
		Side 1																																											
		av 1																																											
		Date: 28.05.2007																																											

<p>Kurs nr. : K1</p> <p>Kurs skal ikke være beskyttet av strømsyrt jordforbrenn.</p>																																																																
<p>Laufbeskrivelse</p> <p>Jording/tilsvining : elektroniske armaturer 20 %</p> <p>Middelspenning : 230 V</p> <p>Leisstrom : 0,291 A</p> <p>Cor phi : 0,94</p> <p>Middelføkt, Ph : 0,063 kW</p> <p>Middelsyde, Sh : 0,067 kVA</p> <p>Antall punder : 22</p> <p>Kabel lengde til første punkt : 20 m</p> <p>Kabel lengde mellom punder : 20 m</p> <p>Kabel lengde i segningspunkt : 0 m</p>	<p>Antall faser : 3</p> <p>Fasekobling : L1-L2-L3</p> <p>Sammenlagt strøm [A] : L1: 3,8</p> <p>..... : L2: 3,8</p> <p>..... : L3: 3,5</p>																																																															
<p>Stigekabel : PFSP 3x10 CU</p>																																																																
<p>Spenningsfall totalt : 4,4 V 1,9 %</p> <p>... til siste forbindelse : 0 V 0 %</p>	<p>Klemmespenning : 225,6 V</p>																																																															
<p>Stigevann</p> <p>Modling : AEG</p> <p>Førnkut : NT000_gf</p> <p>Bygningsdet : 120 mA L</p> <p>Modervann : 53 A</p>	<p>EAN-nummer : 3390207796383</p> <p>Bygnings : 120 mA L</p> <p>Bygnings : 5775 A</p>																																																															
<p>Vennstillede er ikke alle kravvurdi i forbindelse med/ eller nummer</p>																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Br [kA]</th> <th>Cor phi</th> <th>i [kA]</th> <th>Kabel</th> <th>IK</th> <th>S/F</th> <th>f</th> <th>U_{max} [V]</th> <th>U_{min} [V]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,817</td> <td>0,874</td> <td>9,877</td> <td>0,028</td> <td>0,001</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,11</td> <td>0,998</td> <td>0,159</td> <td>109,53</td> <td>22,16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,076</td> <td>0,998</td> <td>0,11</td> <td>229,28</td> <td>187,4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5,984</td> <td>0,874</td> <td>8,254</td> <td>0,038</td> <td>0,001</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,095</td> <td>0,998</td> <td>0,137</td> <td>146,041</td> <td>44,47</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,066</td> <td>0,998</td> <td>0,095</td> <td>305,706</td> <td>884,6</td> <td>@</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Br [kA]	Cor phi	i [kA]	Kabel	IK	S/F	f	U _{max} [V]	U _{min} [V]	6,817	0,874	9,877	0,028	0,001					0,11	0,998	0,159	109,53	22,16					0,076	0,998	0,11	229,28	187,4					5,984	0,874	8,254	0,038	0,001					0,095	0,998	0,137	146,041	44,47					0,066	0,998	0,095	305,706	884,6	@				
Br [kA]	Cor phi	i [kA]	Kabel	IK	S/F	f	U _{max} [V]	U _{min} [V]																																																								
6,817	0,874	9,877	0,028	0,001																																																												
0,11	0,998	0,159	109,53	22,16																																																												
0,076	0,998	0,11	229,28	187,4																																																												
5,984	0,874	8,254	0,038	0,001																																																												
0,095	0,998	0,137	146,041	44,47																																																												
0,066	0,998	0,095	305,706	884,6	@																																																											
<p>Kontakts adresse:</p> <p>N TRU</p> <p>Indrettet for EBR etf. etablk:</p> <p>0 5 Beskrivelse p 2 F</p> <p>7 491 TRONDHEIM</p> <p>tel. 73591287</p>	<p>Kontakts adresse:</p> <p>Høgskoleningen</p> <p>Kontakts adresse:</p> <p>FEBOOK_1</p> <p>Febdok</p> <p>vs. 4.0.00</p> <p>28.12.2006</p> <p>skv. 1</p> <p>skv. 1</p>																																																															
<p>Kontakts adresse:</p> <p>N TRU</p> <p>Indrettet for EBR etf. etablk:</p> <p>0 5 Beskrivelse p 2 F</p> <p>7 491 TRONDHEIM</p> <p>tel. 73591287</p>	<p>Kontakts adresse:</p> <p>Høgskoleningen</p> <p>Kontakts adresse:</p> <p>FEBOOK_1</p> <p>Febdok</p> <p>vs. 4.0.00</p> <p>28.12.2006</p> <p>skv. 1</p> <p>skv. 1</p>																																																															

Vedlegg F2:
Resultater fra Febdok, Brundalen

Kurs nr.:K-1.....Max utkoblingstid5.....s																																																																									
Fordeling: FEBDOK_1 Lastbeskrivelse Elektronisk Philips 100%..... Jording/utjevning 230 VAntall faser3..... Merkespenning 0,291 A Fasekobling L1-L2-L3 Laststrøm 0,99 V Cos phi 0,115 kW Temperatur i fordeling 30 °C Merkeeffekt, Pn 0,116 kVA Merkevelse, Sn L1 : 8,5 L2 : 8,5 L3 : 0 Sammenlagt strøm [A]																																																																									
Kabelmerking Kabeltype-/ledertøsning PFSF 3x10 CU..... Refinstd.met. D Termisk motstand = 2,5 K.m/W Omgivelsestemperatur 20 °C Ingen parallelle kuser Kabellengde 90 m Annen korreksjonsfaktor 1 Tap i kabel 28,7 W 0,32 W/m Strømføringsveie 32 A																																																																									
Spenningsfall totalt: 2,7 V: 1,15 %: 227,3 V til siste fordeling: 0 V: 0 % over siste kabel: 2,9 V: 1,26 %: 629,3 m																																																																									
Kombinert vern Merking MG EAN-nummer Bryereinheit COH1 B Bryeevne 10 kA.lsn Merkestrøm 32 A 12-verdi 46,4 A Største kabel-/skinnelengde som vil gi momentan utkobling av alle feilstømmer 15- (In-) verdi 1,60 A 140,7 m																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Vern</th> <th>Kabel</th> <th>φ [kA]</th> <th>Cos phi</th> <th>I_k [kA]</th> <th>$I^2 \cdot S / l^2$ [s]</th> <th>t_{utkobling} [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Feilstruksjon</td> <td>I_k [kA]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ik-3p max</td> <td>10</td> <td>0,013</td> <td>14,679</td> <td>0,8</td> <td></td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Ik-3p max ende</td> <td>0,754</td> <td>2,325</td> <td>1,088</td> <td>0,996</td> <td></td> <td></td> <td>0,016</td> </tr> <tr> <td>Ik-3p min</td> <td>0,475</td> <td>0,686</td> <td>0,989</td> <td>0,989</td> <td></td> <td></td> <td>0,017</td> </tr> <tr> <td>Ik-2p max</td> <td>8,66</td> <td>0,8</td> <td>12,712</td> <td>0,8</td> <td></td> <td></td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>Ik-2p max ende</td> <td>0,653</td> <td>0,996</td> <td>0,942</td> <td>0,996</td> <td></td> <td></td> <td>0,016</td> </tr> <tr> <td>Ik-2p min</td> <td>0,412</td> <td>0,989</td> <td>0,594</td> <td>0,989</td> <td></td> <td></td> <td>0,017</td> </tr> <tr> <td>Dobbel jordfeil</td> <td>0,237</td> <td>0,996</td> <td>0,342</td> <td>0,996</td> <td></td> <td></td> <td>0,019</td> </tr> </tbody> </table>		Vern		Kabel	φ [kA]	Cos phi	I _k [kA]	$I^2 \cdot S / l^2$ [s]	t _{utkobling} [s]	Feilstruksjon	I _k [kA]							Ik-3p max	10	0,013	14,679	0,8			0,012	Ik-3p max ende	0,754	2,325	1,088	0,996			0,016	Ik-3p min	0,475	0,686	0,989	0,989			0,017	Ik-2p max	8,66	0,8	12,712	0,8			0,012	Ik-2p max ende	0,653	0,996	0,942	0,996			0,016	Ik-2p min	0,412	0,989	0,594	0,989			0,017	Dobbel jordfeil	0,237	0,996	0,342	0,996			0,019
Vern		Kabel	φ [kA]	Cos phi	I _k [kA]	$I^2 \cdot S / l^2$ [s]	t _{utkobling} [s]																																																																		
Feilstruksjon	I _k [kA]																																																																								
Ik-3p max	10	0,013	14,679	0,8			0,012																																																																		
Ik-3p max ende	0,754	2,325	1,088	0,996			0,016																																																																		
Ik-3p min	0,475	0,686	0,989	0,989			0,017																																																																		
Ik-2p max	8,66	0,8	12,712	0,8			0,012																																																																		
Ik-2p max ende	0,653	0,996	0,942	0,996			0,016																																																																		
Ik-2p min	0,412	0,989	0,594	0,989			0,017																																																																		
Dobbel jordfeil	0,237	0,996	0,342	0,996			0,019																																																																		
Anleggs adresse:																																																																									
Anlegge: Brundalen 2 Dato: 09.06.2007 Fordeling: STARTPUNKT NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287																																																																									
NEK400:2006 230 V IT Side 1 vs. 4.0.00 28.12.2006 																																																																									

Kurs nr.:K-2.....Max utkoblingstid5.....s																																																																									
Fordeling: FEBDOK_2 Lastbeskrivelse Elektronisk Philips 100%..... Jording/utjevning 230 VAntall faser3..... Merkespenning 0,291 A Fasekobling L1-L2-L3 Laststrøm 0,99 V Cos phi 0,115 kW Temperatur i fordeling 30 °C Merkeeffekt, Pn 0,116 kVA Merkevelse, Sn L1 : 8 L2 : 8 L3 : 0 Sammenlagt strøm [A]																																																																									
Kabelmerking Kabeltype-/ledertøsning PFSF 3x10 CU..... Refinstd.met. D Termisk motstand = 2,5 K.m/W Omgivelsestemperatur 20 °C Ingen parallelle kuser Kabellengde 40 m Annen korreksjonsfaktor 1 Tap i kabel 11,3 W 0,28 W/m Strømføringsveie 32 A																																																																									
Spenningsfall totalt: 2,7 V: 1,15 %: 226,2 V til siste fordeling: 2,7 V: 1,15 % over siste kabel: 1,2 V: 0,52 %: 573,2 m																																																																									
Forankoblet kombinert vern Merking MG EAN-nummer Bryereinheit COH1 B Bryeevne 7,5 kA.lsn Merkestrøm 32 A 12-verdi 46,4 A Største kabel-/skinnelengde som vil gi momentan utkobling av alle feilstømmer 15- (In-) verdi 1,60 A 50,7 m																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Vern</th> <th>Kabel</th> <th>φ [kA]</th> <th>Cos phi</th> <th>I_k [kA]</th> <th>$I^2 \cdot S / l^2$ [s]</th> <th>t_{utkobling} [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Feilstruksjon</td> <td>I_k [kA]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ik-3p max</td> <td>0,754</td> <td>0,996</td> <td>1,088</td> <td>0,996</td> <td></td> <td></td> <td>0,016</td> </tr> <tr> <td>Ik-3p max ende</td> <td>0,533</td> <td>0,768</td> <td>0,997</td> <td>0,997</td> <td></td> <td></td> <td>0,017</td> </tr> <tr> <td>Ik-3p min</td> <td>0,358</td> <td>0,992</td> <td>0,516</td> <td>0,992</td> <td></td> <td></td> <td>0,018</td> </tr> <tr> <td>Ik-2p max</td> <td>0,653</td> <td>0,996</td> <td>0,942</td> <td>0,996</td> <td></td> <td></td> <td>0,016</td> </tr> <tr> <td>Ik-2p max ende</td> <td>0,461</td> <td>0,997</td> <td>0,665</td> <td>0,997</td> <td></td> <td></td> <td>0,017</td> </tr> <tr> <td>Ik-2p min</td> <td>0,31</td> <td>0,992</td> <td>0,447</td> <td>0,992</td> <td></td> <td></td> <td>0,018</td> </tr> <tr> <td>Dobbel jordfeil</td> <td>0,172</td> <td>0,997</td> <td>0,248</td> <td>0,997</td> <td></td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> </tbody> </table>		Vern		Kabel	φ [kA]	Cos phi	I _k [kA]	$I^2 \cdot S / l^2$ [s]	t _{utkobling} [s]	Feilstruksjon	I _k [kA]							Ik-3p max	0,754	0,996	1,088	0,996			0,016	Ik-3p max ende	0,533	0,768	0,997	0,997			0,017	Ik-3p min	0,358	0,992	0,516	0,992			0,018	Ik-2p max	0,653	0,996	0,942	0,996			0,016	Ik-2p max ende	0,461	0,997	0,665	0,997			0,017	Ik-2p min	0,31	0,992	0,447	0,992			0,018	Dobbel jordfeil	0,172	0,997	0,248	0,997			0,02
Vern		Kabel	φ [kA]	Cos phi	I _k [kA]	$I^2 \cdot S / l^2$ [s]	t _{utkobling} [s]																																																																		
Feilstruksjon	I _k [kA]																																																																								
Ik-3p max	0,754	0,996	1,088	0,996			0,016																																																																		
Ik-3p max ende	0,533	0,768	0,997	0,997			0,017																																																																		
Ik-3p min	0,358	0,992	0,516	0,992			0,018																																																																		
Ik-2p max	0,653	0,996	0,942	0,996			0,016																																																																		
Ik-2p max ende	0,461	0,997	0,665	0,997			0,017																																																																		
Ik-2p min	0,31	0,992	0,447	0,992			0,018																																																																		
Dobbel jordfeil	0,172	0,997	0,248	0,997			0,02																																																																		
Anleggs adresse:																																																																									
Anlegge: Brundalen 2 Dato: 09.06.2007 Fordeling: FEBDOK_1 NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287																																																																									
NEK400:2006 230 V IT Side 1 vs. 4.0.00 28.12.2006 																																																																									

Kurs nr.K-4.....Max utkoblingstid0,4.....s.....8.....

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning V Antall faser

Merkespenning230..... V FasekoblingL1-L2.....

Laststrøm0,504..... A FasekoblingL1-L2.....

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115..... kW.....

Merkevelse, Sn0,116..... kVA.....

Sammenlagt strøm [A]L1 : 7,5L2 : 7,5L3 : 0.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinstdet.D..... Termisk motstand = 2,5 K.m/W.....

Omgivelsestemperatur20..... °C..... Ingen parallelle kuser.....

Kabel lengde8..... mW/m.....

Tap i kabel0,1..... W0,01..... W/m.....

Strømføringsveie22..... A.....

Spenningsfall totalt3,5..... V1,5.....%.....Klemmespenning226,5..... V.....

... til siste fordeling3,3..... V1,45.....%.....

...over siste kabel0,1..... V0,05.....%..... Maksimal lengde1362,1..... m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,653	0,996	0,942
Ik-2p max ende	0,422	0,998	0,608
Ik-2p min	0,287	0,994	0,414
Dobbel jordfeil	0,158	0,998	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBOOK_1	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4,0,00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s.....8.....

FordelingFEBOOK_3.....

LastbeskrivelseElektronisk Philips 100%.....

Jording/utjevning230..... V Antall faser

Merkespenning230..... V FasekoblingL1-L2-L3.....

Laststrøm0,291..... A FasekoblingL1-L2-L3.....

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115..... kW.....

Merkevelse, Sn0,116..... kVA.....

Sammenlagt strøm [A]L1 : 7,5L2 : 7,5L3 : 0.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinstdet.D..... Termisk motstand = 2,5 K.m/W.....

Omgivelsestemperatur20..... °C..... Ingen parallelle kuser.....

Kabel lengde40..... mW/m.....

Tap i kabel0,9..... W0,25..... W/m.....

Strømføringsveie32..... A.....

Spenningsfall totalt4,8..... V2,08.....%.....Klemmespenning225,2..... V.....

... til siste fordeling3,8..... V1,63.....%.....

...over siste kabel1,1..... V0,49.....%..... Maksimal lengde568,9..... m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,533	0,997	0,768
Ik-3p max ende	0,412	0,997	0,594
Ik-3p min	0,287	0,994	0,414
Ik-2p max	0,461	0,997	0,665
Ik-2p max ende	0,357	0,997	0,514
Ik-2p min	0,248	0,994	0,358
Dobbel jordfeil	0,135	0,998	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBOOK_2	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4,0,00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s.....8.....

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,504.....A.....FasekoblingL1-L2.....

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Umytelsesgrad

Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....Samtidighetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kurser.....

Kabel lengde8.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel0,1.....W.....0,01.....W/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt4,9.....V.....2,11.....%.....Klemmespenning225,1.....V.....

... til siste fordeling4,7.....V.....2,06.....%.....

...over siste kabel0,1.....V.....0,05.....%.....Maksimal lengde1265,2.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,461	0,997	0,665
Ik-2p max ende	0,332	0,998	0,48
Ik-2p min	0,234	0,995	0,337
Dobbel jordfeil	0,126	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 2	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragestads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s.....8.....

FordelingFEBDOK 4.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,291.....A.....FasekoblingL1-L2-L3.....

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Temperatur i fordeling

Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....L2: 7.....L3: 0.....

Sammenlagt strøm [A]

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kurser.....

Kabel lengde40.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel8,6.....W.....0,22.....W/m.....

Strømføringsveie32.....A.....

Spenningsfall totalt5,8.....V.....2,5.....%.....Klemmespenning224,2.....V.....

... til siste fordeling4,8.....V.....2,08.....%.....

...over siste kabel1,1.....V.....0,46.....%.....Maksimal lengde566,8.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,412	0,997	0,594
Ik-3p max ende	0,335	0,998	0,484
Ik-3p min	0,239	0,995	0,345
Ik-2p max	0,357	0,997	0,514
Ik-2p max ende	0,291	0,998	0,419
Ik-2p min	0,207	0,995	0,299
Dobbel jordfeil	0,111	0,998	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 3	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragestads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s.....8

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,504.....A.....FasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115 kW.....Umytelsesgrad

Merkevelse, Sn0,116 kVA.....Samtidighetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.

Kabel lengde8.....m.....Annen korreksjonsfaktor

Tap i kabel0,1.....W.....0,01.....W/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt6,2.....V.....2,68.....%.....Klemmespenning223,8.....V.....

...til siste fordeling6,1.....V.....2,63.....%.....

...over siste kabel0,1.....V.....0,05.....%.....Maksimal lengde,1174,3.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,357	0,997	0,514
Ik-2p max ende	0,274	0,998	0,396
Ik-2p min	0,197	0,996	0,284
Dobbel jordfeil	0,105	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_3	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4,0,00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s.....8

FordelingFEBDOK_5.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,291.....A.....FasekoblingL1-L2-L3

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115 kW.....Temperatur i fordeling30.....°C.....

Merkevelse, Sn0,116 kVA.....L2 : 6,5 L3 : 0.....

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.

Kabel lengde40.....m.....Annen korreksjonsfaktor

Tap i kabel7,4.....W.....0,19.....W/m.....

Strømføringsveie52.....A.....

Spenningsfall totalt6,7.....V.....2,89.....%.....Klemmespenning223,3.....V.....

...til siste fordeling5,8.....V.....2,5.....%.....

...over siste kabel1.....V.....0,42.....%.....Maksimal lengde,567,5.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,335	0,998	0,484
Ik-3p max ende	0,283	0,998	0,408
Ik-3p min	0,205	0,996	0,296
Ik-2p max	0,291	0,998	0,419
Ik-2p max ende	0,245	0,998	0,354
Ik-2p min	0,178	0,996	0,256
Dobbel jordfeil	0,094	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_4	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4,0,00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s.....8.....

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,504.....A.....FasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Umyttelsesgrad

Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....Samtidighetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kruser.....

Kabel lengde8.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel0,1.....W.....0,01.....W/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt7,4.....V.....3,21.....%.....Klemmespenning222,6.....V.....

...til siste fordeling7,3.....V.....3,16.....%.....

...over siste kabel0,1.....V.....0,05.....%.....Maksimal lengde1089,6.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,291	0,998	0,419
Ik-2p max ende	0,233	0,998	0,337
Ik-2p min	0,17	0,997	0,245
Dobbel jordfeil	0,09	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 4	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s.....8.....

FordelingFEBDOK 6.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,291.....A.....FasekoblingL1-L2-L3

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Temperatur i fordeling

Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....L2 : 6.....L3 : 0.....

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kruser.....

Kabel lengde40.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel6,3.....W.....0,16.....W/m.....

Strømføringsveie32.....A.....

Spenningsfall totalt7,5.....V.....3,25.....%.....Klemmespenning222,5.....V.....

...til siste fordeling6,7.....V.....2,89.....%.....

...over siste kabel0,9.....V.....0,39.....%.....Maksimal lengde571,7.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,283	0,998	0,408
Ik-3p max ende	0,245	0,998	0,353
Ik-3p min	0,18	0,997	0,259
Ik-2p max	0,245	0,998	0,354
Ik-2p max ende	0,212	0,998	0,306
Ik-2p min	0,156	0,997	0,224
Dobbel jordfeil	0,082	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 5	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s.....8.....

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,504.....A.....FasekoblingL1-L2.....

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Umytelsesgrad

Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....Samtidighetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinst.met.D.....Termisk motstand = 2,5 K.m/W.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....

Kabel lengde8.....m.....Annen korreksjonsfaktor

Tap i kabel0,1.....W.....0,01.....W/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt8,5.....V.....3,7.....%.....Klemmespenning221,4.....V.....

...til siste fordeling8,4.....V.....3,65.....%.....

...over siste kabel0,1.....V.....0,05.....%.....Maksimal lengde1010,9.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,245	0,998	0,354
Ik-2p max ende	0,203	0,998	0,293
Ik-2p min	0,15	0,997	0,216
Dobbel jordfeil	0,079	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 5	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s.....8.....

FordelingFEBDOK 7.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,291.....A.....FasekoblingL1-L2-L3.....

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Temperatur i fordeling

Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....L2 : 5,5L3 : 0.....°C.....

Sammenlagt strøm [A]L1 : 5,5L2 : 5,5L3 : 0.....

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinst.met.D.....Termisk motstand = 2,5 K.m/W.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....

Kabel lengde40.....m.....Annen korreksjonsfaktor

Tap i kabel5,3.....W.....0,13.....W/m.....

Strømføringsveie32.....A.....

Spenningsfall totalt8,2.....V.....3,58.....%.....Klemmespenning221,7.....V.....

...til siste fordeling7,5.....V.....3,25.....%.....

...over siste kabel0,8.....V.....0,36.....%.....Maksimal lengde580,4.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,245	0,998	0,353
Ik-3p max ende	0,216	0,998	0,311
Ik-3p min	0,16	0,997	0,23
Ik-2p max	0,212	0,998	0,306
Ik-2p max ende	0,187	0,998	0,269
Ik-2p min	0,138	0,997	0,2
Dobbel jordfeil	0,072	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 6	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s.....8.....

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.....

Lastbeskrivelse
 Jording/utjevning
 Merkespenning230.....V.....Antall faser2.....
 Laststrøm0,504.....A.....FasekoblingL1-L2
 Cos phi0,99.....
 Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Umytelsesgrad1.....
 Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....
 Refinstdet.D.....Termisk mostand = 2,5 K.mW.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....
 Kabellengde8.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....
 Tap i kabel0,1.....W.....0,01.....W/m.....
 Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt9,6.....%.....Klemmespenning220,4.....V.....
 .. til siste fordeling9,5.....%.....V4,11.....%.....
 ..over siste kabel0,1.....V0,05.....%.....Maksimal lengde938,3.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,212	0,998	0,306
Ik-2p max ende	0,18	0,998	0,26
Ik-2p min	0,134	0,997	0,193
Dobbel jordfeil	0,07	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBOOK 6	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s.....8.....

Fordeling
 Lastbeskrivelse**FEBOOK 8**.....
 Jording/utjevningElektronisk Philips 100%.....
 Merkespenning230.....V.....Antall faser3.....
 Laststrøm0,291.....A.....FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99.....
 Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Temperatur i fordeling30.....°C.....
 Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....L2 : 5.....L3 : 0.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU.....
 Refinstdet.D.....Termisk mostand = 2,5 K.mW.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....
 Kabellengde40.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....
 Tap i kabel4,4.....W.....0,11.....W/m.....
 Strømføringsveie52.....A.....

Spenningsfall totalt8,9.....%.....Klemmespenning221.....V.....
 .. til siste fordeling8,2.....%.....V3,58.....%.....
 ..over siste kabel0,8.....V0,33.....%.....Maksimal lengde594,7.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,216	0,998	0,311
Ik-3p max ende	0,193	0,998	0,278
Ik-3p min	0,144	0,997	0,207
Ik-2p max	0,187	0,998	0,269
Ik-2p max ende	0,167	0,998	0,241
Ik-2p min	0,125	0,997	0,18
Dobbel jordfeil	0,065	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBOOK 7	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s.....8.....

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,504.....A.....FasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Umytelsesgrad

Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....Samtidighetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....

Kabel lengde8.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel0,1.....W.....0,01.....W/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt10,5.....V.....4,58.....%.....Klemmespenning219,4.....V.....

...til siste fordeling10,4.....V.....4,53.....%.....

...over siste kabel0,1.....V.....0,05.....%.....Maksimal lengde871,8.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,187	0,998	0,269
Ik-2p max ende	0,161	0,999	0,233
Ik-2p min	0,121	0,998	0,174
Dobbel jordfeil	0,063	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 7	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s.....8.....

FordelingFEBDOK 9.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,291.....A.....FasekoblingL1-L2-L3

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....Temperatur i fordeling

Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....L2 : 4,5.....L3 : 0.....

Sammenlagt strøm [A]

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....

Kabel lengde40.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel3,5.....W.....0,09.....W/m.....

Strømføringsveie32.....A.....

Spenningsfall totalt8,9.....V.....4,14.....%.....Klemmespenning220,4.....V.....

...til siste fordeling8,9.....V.....3,88.....%.....

...over siste kabel0,7.....V.....0,29.....%.....Maksimal lengde616,8.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,193	0,998	0,278
Ik-3p max ende	0,174	0,998	0,251
Ik-3p min	0,131	0,997	0,189
Ik-2p max	0,167	0,998	0,241
Ik-2p max ende	0,151	0,998	0,218
Ik-2p min	0,113	0,997	0,163
Dobbel jordfeil	0,059	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 8	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....VAntall faser2.....

Laststrøm0,504.....AFasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kWUmytelsesgrad1.....

Merkevelse, Sn0,116.....kVASamtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallelle kuser.

Kabel lengde8.....mAnnen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel0,1.....WW/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt11,4.....V4,96.....%.....Klemmespenning218,5.....V.....

.. til siste fordeling11,3.....V4,91.....%.....

..over siste kabel0,1.....V0,05.....%.....Maksimal lengde811,3.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,167	0,998	0,241
Ik-2p max ende	0,146	0,999	0,211
Ik-2p min	0,11	0,998	0,159
Dobbel jordfeil	0,057	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 8	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s

FordelingFEBDOK 10.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....VAntall faser3.....

Laststrøm0,291.....AFasekoblingL1-L2-L3

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kWTemperatur i fordeling30.....°C.....

Merkevelse, Sn0,116.....kVAL2 : 4.....L3 : 0.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallelle kuser.

Kabel lengde40.....mAnnen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel2,8.....WW/m.....

Strømføringsveie52.....A.....

Spenningsfall totalt10,1.....V4,38.....%.....Klemmespenning219,9.....V.....

.. til siste fordeling9,5.....V4,14.....%.....

..over siste kabel0,6.....V0,26.....%.....Maksimal lengde649,5.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,174	0,998	0,251
Ik-3p max ende	0,159	0,998	0,229
Ik-3p min	0,12	0,998	0,173
Ik-2p max	0,151	0,998	0,218
Ik-2p max ende	0,138	0,998	0,199
Ik-2p min	0,104	0,998	0,15
Dobbel jordfeil	0,054	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 9	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Lastbeskrivelse

Jording/ujording

Merkespenning230.....VAntall faser

Laststrøm0,504.....AFasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115 kW.....

Merkevelse, Sn0,116 kVA.....Samtidigshetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.

Kabel lengde8.....mAnnen korreksjonsfaktor

Tap i kabel0,1.....W0,01.....W/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt12,2.....V5,3.....%.....Klemmespenning217,8.....V

...til siste fordeling12,1.....V5,25.....%.....

...over siste kabel0,1.....V0,05.....%.....Maksimal lengde757.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik2p max	0,151	0,998	0,218
Ik2p max ende	0,134	0,999	0,193
Ik2p min	0,101	0,998	0,146
Dobbel jordfeil	0,052	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_9	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s

FordelingFEBDOK_11.....

Lastbeskrivelse

Jording/ujording

Merkespenning230.....VAntall faser

Laststrøm0,291.....AFasekoblingL1-L2-L3

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115 kW.....

Merkevelse, Sn0,116 kVA.....Temperatur i fordeling30.....°C

Sammenlagt strøm [A]L1: 3,5L2: 3,5L3: 0.....

Kabelmerking

Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.

Kabel lengde40.....mAnnen korreksjonsfaktor

Tap i kabel2,1.....W0,05.....W/m.....

Strømføringsveie52.....A.....

Spenningsfall totalt10,6.....V4,59.....%.....Klemmespenning219,4.....V

...til siste fordeling10,1.....V4,38.....%.....

...over siste kabel0,5.....V0,23.....%.....Maksimal lengde697,4.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik3p max	0,159	0,998	0,229
Ik3p max ende	0,146	0,998	0,211
Ik3p min	0,111	0,998	0,16
Ik2p max	0,138	0,998	0,199
Ik2p max ende	0,127	0,998	0,183
Ik2p min	0,096	0,998	0,138
Dobbel jordfeil	0,049	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_10	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....VAntall faser2.....

Laststrøm0,504.....AFasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115.....kWUmytelsesgrad1.....

Merkevelse, Sn0,116.....kVASamtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....

Kabel lengde8.....mAnnen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel0,1.....W0,01.....W/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt12,9.....V5,6.....%.....Klemmespenning217,1.....V.....

...til siste fordeling12,8.....V5,55.....%.....

...over siste kabel0,1.....V0,05.....%.....Maksimal lengde708,7.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,138	0,998	0,199
Ik-2p max ende	0,123	0,999	0,178
Ik-2p min	0,094	0,998	0,135
Dobbel jordfeil	0,048	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_10	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
	FEbdok	Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s

FordelingFEBDOK_12.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....VAntall faser3.....

Laststrøm0,432.....AFasekoblingL1-L2-L3

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,17.....kWTemperatur i fordeling30.....°C.....

Merkevelse, Sn0,172.....kVAL2 : 3.....L3 : 0.....

Sammenlagt strøm [A]L1 : 3.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....

Kabel lengde40.....mAnnen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel1,6.....W0,04.....W/m.....

Strømføringsveie32.....A.....

Spenningsfall totalt11.....V4,77.....%.....Klemmespenning219.....V.....

...til siste fordeling10,6.....V4,59.....%.....

...over siste kabel0,5.....V0,19.....%.....Maksimal lengde768,1.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,146	0,998	0,211
Ik-3p max ende	0,135	0,998	0,195
Ik-3p min	0,103	0,998	0,148
Ik-2p max	0,127	0,998	0,183
Ik-2p max ende	0,117	0,998	0,169
Ik-2p min	0,089	0,998	0,128
Dobbel jordfeil	0,046	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_11	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
	FEbdok	Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....VAntall faser

Laststrøm0,504.....AFasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,115 kW.....

Merkevelse, Sn0,116 kVA.....Samtidigshetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.

Kabel lengde8.....mWim.....Annen korreksjonsfaktor

Tap i kabel0,1.....W0,01.....Wim.....

Strømføringsvne22.....A.....

Spenningsfall totalt13,5.....V5,86.....%.....Klemmespenning216,5.....V

... til siste fordeling13,4.....V5,81.....%.....

...over siste kabel0,1.....V0,05.....%.....Maksimal lengde666,5.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,127	0,998	0,183
Ik-2p max ende	0,114	0,999	0,165
Ik-2p min	0,087	0,998	0,126
Dobbel jordfeil	0,045	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_11	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s

FordelingFEBDOK_13.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....VAntall faser

Laststrøm0,432.....AFasekoblingL1-L2-L3

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,17 kW.....

Merkevelse, Sn0,172 kVA.....Temperatur i fordeling30.....°C

Sammenlagt strøm [A]L1: 2,2 L2: 2,2 L3: 0.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.

Kabel lengde40.....mWim.....Annen korreksjonsfaktor

Tap i kabel0,9.....W0,02.....Wim.....

Strømføringsvne52.....A.....

Spenningsfall totalt11,3.....V4,9.....%.....Klemmespenning218,7.....V

... til siste fordeling11.....V4,77.....%.....

...over siste kabel0,3.....V0,14.....%.....Maksimal lengde970,8.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,135	0,998	0,195
Ik-3p max ende	0,126	0,998	0,181
Ik-3p min	0,096	0,998	0,138
Ik-2p max	0,117	0,998	0,169
Ik-2p max ende	0,109	0,998	0,157
Ik-2p min	0,083	0,998	0,12
Dobbel jordfeil	0,045	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_12	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s.....8.....

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,748.....A.....FasekoblingL1-L2.....

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,17.....kW.....Umyttelsesgrad

Merkevelse, Sn0,172.....kVA.....Samtidighetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinst.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....

Kabel lengde8.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel0,1.....W.....0,02.....W/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt14,1.....V.....6,12.....%.....Klemmespenning215,9.....V.....

...til siste fordeling13,9.....V.....6,04.....%.....

...over siste kabel0,2.....V.....0,07.....%.....Maksimal lengde424,8.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,117	0,998	0,169
Ik-2p max ende	0,107	0,999	0,154
Ik-2p min	0,081	0,998	0,117
Dobbel jordfeil	0,042	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_12	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s.....8.....

FordelingFEBDOK_14.....

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....V.....Antall faser

Laststrøm0,432.....A.....FasekoblingL1-L2-L3.....

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,17.....kW.....Temperatur i fordeling

Merkevelse, Sn0,172.....kVA.....L2: 1,5.....L3: 0.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinst.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.....

Kabel lengde40.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel0,4.....W.....0,01.....W/m.....

Strømføringsveie32.....A.....

Spenningsfall totalt11,5.....V.....4,99.....%.....Klemmespenning218,5.....V.....

...til siste fordeling11,3.....V.....4,9.....%.....

...over siste kabel0,2.....V.....0,09.....%.....Maksimal lengde1396,3.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,126	0,998	0,181
Ik-3p max ende	0,118	0,998	0,17
Ik-3p min	0,09	0,998	0,13
Ik-2p max	0,109	0,998	0,157
Ik-2p max ende	0,102	0,998	0,147
Ik-2p min	0,078	0,998	0,112
Dobbel jordfeil	0,04	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_13	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s

Fast lastKurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Lastbeskrivelse

Jording/ujording

Merkespenning230.....VAntall faser2.....

Laststrøm0,748.....AFasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,17.....kWUmyttelsesgrad1.....

Merkevelse, Sn0,172.....kVASamtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....

Refinst.met.D.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.

Kabel lengde8.....mAnnen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel0,1.....W0,02.....W/m.....

Strømføringsveie22.....A.....

Spenningsfall totalt14,5.....V6,29.....%.....Klemmespenning215,5.....V.....

...til siste fordeling14,3.....V6,21.....%.....

...over siste kabel0,2.....V0,07.....%.....Maksimal lengde406,5.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,109	0,998	0,157
Ik-2p max ende	0,1	0,999	0,144
Ik-2p min	0,076	0,998	0,11
Dobbel jordfeil	0,039	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_13	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-2.....Max utkoblingstid5.....s

FordelingFEBDOK_15.....

LastbeskrivelseElektronisk Philips 100%.....

Jording/ujording230.....VAntall faser3.....

Merkespenning0,432.....AFasekoblingL1-L2-L3

Laststrøm0,99.....

Cos phi0,17.....kWTemperatur i fordeling30.....°C.....

Merkevelse, Sn0,172.....kVAL2 : 0,7L3 : 0.....

Sammenlagt strøm [A]L1 : 0,7L2 : 0,7L3 : 0.....

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU.....

Refinst.met.D.....Termisk motstand = 2,5 K.mW.....

Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kuser.

Kabel lengde40.....mAnnen korreksjonsfaktor1.....

Tap i kabel0,1.....W0.....W/m.....

Strømføringsveie32.....A.....

Spenningsfall totalt11,6.....V5,04.....%.....Klemmespenning218,4.....V.....

...til siste fordeling11,5.....V4,99.....%.....

...over siste kabel0,1.....V0,04.....%.....Maksimal lengde2712,6.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,118	0,998	0,17
Ik-3p max ende	0,11	0,998	0,159
Ik-3p min	0,085	0,998	0,122
Ik-2p max	0,102	0,998	0,147
Ik-2p max ende	0,096	0,998	0,138
Ik-2p min	0,073	0,998	0,106
Dobbel jordfeil	0,038	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_14	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Fast last

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....VAntall faser

Laststrøm0,748.....AFasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,17.....kWUmyttelsesgrad

Merkevelse, Sn0,172.....kVASamtidigshetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU

Refinst.met.D.....Termisk moistand = 2,5 K.m.W

Omgivelsestemperatur20.....°CIngen parallele kurser

Kabel lengde8.....mAnnen korreksjonsfaktor

Tap i kabel0,1.....W0,02.....W/m

Strømføringsveie22.....A


Spenningsfall totalt14,7.....V6,4.....%Klemmespenning215,2.....V

.. til siste fordeling14,6.....V6,32.....%

..over siste kabel0,2.....V0,07.....%Maksimal lengde,394,4.....m

Felstusjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,102	0,998	0,147
Ik-2p max ende	0,094	0,999	0,135
Ik-2p min	0,072	0,998	0,104
Dobbel jordfeil	0,037	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBOOK 14 	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Kurs nr.K-3.....Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.

Fast last

Lastbeskrivelse

Jording/utjevning

Merkespenning230.....VAntall faser

Laststrøm0,748.....AFasekoblingL1-L2

Cos phi0,99.....

Merkeeffekt, Pn0,17.....kWUmyttelsesgrad

Merkevelse, Sn0,172.....kVASamtidigshetsfaktor

Kabelmerking

Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU

Refinst.met.D.....Termisk moistand = 2,5 K.m.W

Omgivelsestemperatur20.....°CIngen parallele kurser

Kabel lengde8.....mAnnen korreksjonsfaktor

Tap i kabel0,1.....W0,02.....W/m

Strømføringsveie22.....A


Spenningsfall totalt14,9.....V6,46.....%Klemmespenning215,1.....V

.. til siste fordeling14,7.....V6,38.....%

..over siste kabel0,2.....V0,07.....%Maksimal lengde,388,3.....m

Felstusjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,096	0,998	0,138
Ik-2p max ende	0,089	0,999	0,128
Ik-2p min	0,068	0,998	0,098
Dobbel jordfeil	0,035	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBOOK 15 	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 1

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 0%
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0,115 kW
 Merkevelse, Sn0,116 kVA
 Sammenhengt strøm [A]L1 : 5,6L2 : 5,6L3 : 0

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3X10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde90 m
 Tap i kabel12,3 W
 Strømføringsveie0,14 W/m
 Spenningsfall totalt1,8 V
 ..til siste fordeling0,78 V
 ..over siste kabel1,9 V

Kombinert vern
 MerkingMG.....EAN-nummer
 FabrikatCOHJ B.....Bryerevne10.....K.A.lsn.
 Merkestrøm32-verdi46,4 A
 15- (In-) verdi1,60 A
 Største kabel-/skinnelengde som vil gi momentan utkobling av alle feilstømmer140,7 m

Feilstuasjon	Vern				
	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]	Kabel I ² ·S/I ² [s]	tutkobling[s]
Ik-3p max	10	0,8	14,679	0,013	0,012
Ik-3p max ende	0,754	0,996	1,088	2,325	0,016
Ik-3p min	0,475	0,989	0,686	5,853	0,017
Ik-2p max	8,66	0,8	12,712	0,018	0,012
Ik-2p max ende	0,653	0,996	0,942	3,1	0,016
Ik-2p min	0,412	0,989	0,594	7,804	0,017
Dobbel jordfeil	0,237	0,996	0,342	23,557	0,019

Anleggs adresse:
 Anleggs dato: 09.06.2007
Brundalen 2
 Fordeling: **STARTPUNKT**
 NTNU
 Institutt for Elkraftteknikk
 OS Bragstads pl 2 F
 7491 TRONDHEIM
 tel.: 73591287
 NEK400:2006
 230 V IT
 Side 1
 vs. 4,0,00
 28.12.2006
FEbdok

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0,115 kW
 Merkevelse, Sn0,116 kVA
 Sammenhengt strøm [A]L1 : 5,3L2 : 5,3L3 : 0

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3X10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40 m
 Tap i kabel4,8 W
 Strømføringsveie0,12 W/m
 Spenningsfall totalt2,6 V
 ..til siste fordeling1,8 V
 ..over siste kabel0,8 V

Forankoblet kombinert vern
 MerkingMG.....EAN-nummer
 FabrikatCOHJ B.....Bryerevne7,5.....K.A.lsn.
 Merkestrøm32-verdi46,4 A
 15- (In-) verdi1,60 A
 Største kabel-/skinnelengde som vil gi momentan utkobling av alle feilstømmer50,7 m

Feilstuasjon	Vern				
	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]	Kabel I ² ·S/I ² [s]	tutkobling[s]
Ik-3p max	0,754	0,996	1,088	2,325	0,016
Ik-3p max ende	0,533	0,997	0,768	4,662	0,017
Ik-3p min	0,358	0,992	0,516	10,329	0,018
Ik-2p max	0,653	0,996	0,942	3,1	0,016
Ik-2p max ende	0,461	0,997	0,665	6,216	0,017
Ik-2p min	0,31	0,992	0,447	13,771	0,018
Dobbel jordfeil	0,172	0,997	0,248	44,794	0,02

Anleggs adresse:
 Anleggs dato: 09.06.2007
Brundalen 2
 Fordeling: **FEBDOK_1**
 NTNU
 Institutt for Elkraftteknikk
 OS Bragstads pl 2 F
 7491 TRONDHEIM
 tel.: 73591287
 NEK400:2006
 230 V IT
 Side 1
 vs. 4,0,00
 28.12.2006
FEbdok

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, PnkW
 Merkevelse, SnkVA
 L1 : 4.9
 L2 : 4.9
 L3 : 0

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt2.2.....V
 ..til siste fordeling0.93.....%
 ..over siste kabel0.1.....V
 ..maksimal lengde225.2.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.653	0.996	0.942
Ik-2p max ende	0.422	0.998	0.608
Ik-2p min	0.287	0.994	0.414
Dobbel jordfeil	0.158	0.998	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_1	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, PnkW
 Merkevelse, SnkVA
 L1 : 4.9
 L2 : 4.9
 L3 : 0

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel4.3.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve52.....A

Spenningsfall totalt3.3.....V
 ..til siste fordeling2.6.....%
 ..over siste kabel0.7.....V
 ..maksimal lengde896.4.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.533	0.997	0.768
Ik-3p max ende	0.412	0.997	0.594
Ik-3p min	0.287	0.994	0.414
Ik-2p max	0.461	0.997	0.665
Ik-2p max ende	0.357	0.997	0.514
Ik-2p min	0.248	0.994	0.358
Dobbel jordfeil	0.135	0.998	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_2	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Features

Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0,97
 Merkeeffekt, Pn0,074.....kW
 Merkevelse, Sn0,076.....kVA
 Unyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU
 Refinstd. D. Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt3,1.....V
 .. til siste fordeling1,33.....%
 ..over siste kabel0,1.....%
 Klemmespenning226,8.....V
 Maksimal lengde2157,8.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,461	0,997	0,665
Ik-2p max ende	0,332	0,998	0,48
Ik-2p min	0,234	0,995	0,337
Dobbel jordfeil	0,126	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 2	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Features

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Temperatur i fordeling30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 4,6
 L2 : 4,6
 L3 : 0

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd. D. Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel3,7.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve32.....A

Spenningsfall totalt3,9.....V
 .. til siste fordeling1,71.....%
 ..over siste kabel0,3.....%
 Klemmespenning226.....V
 Maksimal lengde917,8.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,412	0,997	0,594
Ik-3p max ende	0,335	0,998	0,484
Ik-3p min	0,239	0,995	0,345
Ik-2p max	0,357	0,997	0,514
Ik-2p max ende	0,291	0,998	0,419
Ik-2p min	0,207	0,995	0,299
Dobbel jordfeil	0,111	0,998	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 3	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie22.....A
Spenningsfall totalt4.....V
 .. til siste fordeling3.9.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning226.....V
 Maksimal lengde2066.5.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.357	0.997	0.514
Ik-2p max ende	0.274	0.998	0.396
Ik-2p min	0.197	0.996	0.284
Dobbel jordfeil	0.105	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_3	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 4.3
L2 : 4.3
L3 : 0
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel3.2.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie32.....A
Spenningsfall totalt4.6.....V
 .. til siste fordeling3.9.....V
 .. over siste kabel0.6.....V
 Klemmespenning225.4.....V
 Maksimal lengde945.6.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.335	0.998	0.484
Ik-3p max ende	0.283	0.998	0.408
Ik-3p min	0.205	0.996	0.296
Ik-2p max	0.291	0.998	0.419
Ik-2p max ende	0.245	0.998	0.354
Ik-2p min	0.178	0.996	0.256
Dobbel jordfeil	0.094	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_4	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Features
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 L1 : 3.9
 L2 : 3.9
 L3 : 0

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt4.8.....V
 .. til siste fordeling4.7.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning225.2.....V
 Maksimal lengde1981.3.....m

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.291	0.998	0.419
Ik-2p max ende	0.233	0.998	0.337
Ik-2p min	0.17	0.997	0.245
Dobbel jordfeil	0.09	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 4	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 L1 : 3.9
 L2 : 3.9
 L3 : 0

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel2.7.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve52.....A

Spenningsfall totalt5.1.....V
 .. til siste fordeling4.6.....V
 .. over siste kabel0.6.....V
 Klemmespenning224.8.....V
 Maksimal lengde981.3.....m

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.283	0.998	0.408
Ik-3p max ende	0.245	0.998	0.353
Ik-3p min	0.18	0.997	0.259
Ik-2p max	0.245	0.998	0.354
Ik-2p max ende	0.212	0.998	0.306
Ik-2p min	0.156	0.997	0.224
Dobbel jordfeil	0.082	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 5	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve22.....A
Spenningsfall totalt5.5.....V
 .. til siste fordeling5.4.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning224.4.....V
 Maksimal lengde1902.2.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.245	0.998	0.354
Ik-2p max ende	0.203	0.998	0.293
Ik-2p min	0.15	0.997	0.216
Dobbel jordfeil	0.079	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 5	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 3.6 L2: 3.6 L3: 0
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel2.3.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve52.....A
Spenningsfall totalt5.6.....V
 .. til siste fordeling5.1.....V
 .. over siste kabel0.5.....V
 Klemmespenning224.3.....V
 Maksimal lengde1027.3.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.245	0.998	0.353
Ik-3p max ende	0.216	0.998	0.311
Ik-3p min	0.16	0.997	0.23
Ik-2p max	0.212	0.998	0.306
Ik-2p max ende	0.187	0.998	0.269
Ik-2p min	0.138	0.997	0.2
Dobbel jordfeil	0.072	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 6	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074 kW
 Merkevelse, Sn0.076 kVA
 Unyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd. D. Termisk motstand = 2.5 K.m/W
 Omgivelsestemperatur20 °C
 Ingen parallelle kuser.
 Kabellengde8 m
 Annen korreksjonsfaktor1
 Tap i kabel0 W
 W/m0
 Streamføringsveie22 A
 Spenningsfall totalt6.2 V
 til siste fordeling6.1 V
 over siste kabel0.1 V
 Klemmespenning223.8 V
 Maksimal lengde1829.2 m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.212	0.998	0.306
Ik-2p max ende	0.18	0.998	0.26
Ik-2p min	0.134	0.997	0.193
Dobbel jordfeil	0.07	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_6	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0 kW
 Merkevelse, Sn0 kVA
 Unyttelsesgrad30 °C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 3.3 L2: 3.3 L3: 0
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd. D. Termisk motstand = 2.5 K.m/W
 Omgivelsestemperatur20 °C
 Ingen parallelle kuser.
 Kabellengde40 m
 Annen korreksjonsfaktor1
 Tap i kabel1.9 W
 W/m0.05
 Streamføringsveie32 A
 Spenningsfall totalt6.1 V
 til siste fordeling5.6 V
 over siste kabel0.5 V
 Klemmespenning223.8 V
 Maksimal lengde1086.5 m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.216	0.998	0.311
Ik-3p max ende	0.193	0.998	0.278
Ik-3p min	0.144	0.997	0.207
Ik-2p max	0.187	0.998	0.269
Ik-2p max ende	0.167	0.998	0.241
Ik-2p min	0.125	0.997	0.18
Dobbel jordfeil	0.065	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_7	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Unyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt6.8.....V
 .. til siste fordeling6.7.....V
 ..over siste kabel0.1.....V

Klemmespenning223.2.....V
 Maksimal lengde1762.3.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.187	0.998	0.269
Ik-2p max ende	0.161	0.999	0.233
Ik-2p min	0.121	0.998	0.174
Dobbel jordfeil	0.063	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 7	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Unyttelsesgrad30.....
 Sammenlagt strøm [A]L1: 3.....L2: 3.....L3: 0.....

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel1.5.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve32.....A

Spenningsfall totalt6.5.....V
 .. til siste fordeling6.1.....V
 ..over siste kabel0.4.....V

Klemmespenning223.4.....V
 Maksimal lengde1163.4.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.193	0.998	0.278
Ik-3p max ende	0.174	0.998	0.251
Ik-3p min	0.131	0.997	0.189
Ik-2p max	0.167	0.998	0.241
Ik-2p max ende	0.151	0.998	0.218
Ik-2p min	0.113	0.997	0.163
Dobbel jordfeil	0.059	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 8	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Features
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Unyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd. D
 Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Ingen parallelle kuser
 Kabellengde8.....m
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Tap i kabel0.....W
 W/m0.....
 A22.....
 Strømforsyngsone
 Spenningsfall totalt7.4.....V
 til siste fordeling3.19.....%
 Klemmespenning222.6.....V
 over siste kabel7.3.....V
 Maksimal lengde1701.6.....m
 over siste kabel0.1.....V
 Maksimal lengde1701.6.....m

Felstusasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.167	0.998	0.241
Ik-2p max ende	0.146	0.999	0.211
Ik-2p min	0.11	0.998	0.159
Dobbel jordfeil	0.057	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 8	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Unyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd. D
 Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Ingen parallelle kuser
 Kabellengde8.....m
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Tap i kabel0.....W
 W/m0.....
 A22.....
 Strømforsyngsone
 Spenningsfall totalt7.4.....V
 til siste fordeling3.19.....%
 Klemmespenning222.6.....V
 over siste kabel7.3.....V
 Maksimal lengde1701.6.....m
 over siste kabel0.1.....V
 Maksimal lengde1701.6.....m

Felstusasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.174	0.998	0.251
Ik-3p max ende	0.159	0.998	0.229
Ik-3p min	0.12	0.998	0.173
Ik-2p max	0.151	0.998	0.218
Ik-2p max ende	0.138	0.998	0.199
Ik-2p min	0.104	0.998	0.15
Dobbel jordfeil	0.054	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 9	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Unyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve22.....A
 Spenningsfall totalt7.9.....V
 ..til siste fordeling3.38.....%
 ..over siste kabel0.1.....%
 Klemmespenning222.1.....V
 Maksimal lengde1646.9.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.151	0.998	0.218
Ik-2p max ende	0.134	0.999	0.193
Ik-2p min	0.101	0.998	0.146
Dobbel jordfeil	0.052	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_9	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 L1: 2,3 L2: 2,3 L3: 0
 Temperatur i fordeling30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.9.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve32.....A
 Spenningsfall totalt4.72.....V
 ..til siste fordeling6.9.....%
 ..over siste kabel0.3.....%
 Klemmespenning222.7.....V
 Maksimal lengde1400.9.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.159	0.998	0.229
Ik-3p max ende	0.146	0.998	0.211
Ik-3p min	0.111	0.998	0.16
Ik-2p max	0.138	0.998	0.199
Ik-2p max ende	0.127	0.998	0.183
Ik-2p min	0.096	0.998	0.138
Dobbel jordfeil	0.049	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_10	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie22.....A

Spenningsfall totalt8.3.....V
 .. til siste fordeling8.2.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 ..%.....3.58.....%
 ..%.....0.03.....%
 Klemmespenning221.6.....V
 Maksimal lengde1598.3.....m

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]
Ik-2p max	0.138	0.998	0.199
Ik-2p max ende	0.123	0.999	0.178
Ik-2p min	0.094	0.998	0.135
Dobbel jordfeil	0.048	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_10	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.169.....kW
 Merkevelse, Sn0.171.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 2
L2: 2
L3: 0

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.7.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie32.....A

Spenningsfall totalt7.5.....V
 .. til siste fordeling7.2.....V
 .. over siste kabel0.3.....V
 ..%.....3.27.....%
 ..%.....3.14.....%
 ..%.....0.12.....%
 Klemmespenning222.4.....V
 Maksimal lengde1589.6.....m

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]
Ik-3p max	0.146	0.998	0.211
Ik-3p max ende	0.135	0.998	0.195
Ik-3p min	0.103	0.998	0.148
Ik-2p max	0.127	0.998	0.183
Ik-2p max ende	0.117	0.998	0.169
Ik-2p min	0.089	0.998	0.128
Dobbel jordfeil	0.046	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_11	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Features
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Unyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd. D. Termisk motstand = 2.5 K.m/W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsone22.....A
 Spenningsfall totalt8.7.....V
 .. til siste fordeling8.6.....V
 ..over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning221.2.....V
 Maksimal lengde1555.9.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.127	0.998	0.183
Ik-2p max ende	0.114	0.999	0.165
Ik-2p min	0.087	0.998	0.126
Dobbel jordfeil	0.045	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_11	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.169.....kW
 Merkevelse, Sn0.171.....kVA
 Unyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 1.5 L2: 1.5 L3: 0
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd. D. Termisk motstand = 2.5 K.m/W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.4.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsone32.....A
 Spenningsfall totalt4.7.....V
 .. til siste fordeling4.5.....V
 ..over siste kabel0.2.....V
 Klemmespenning222.2.....V
 Maksimal lengde2066.1.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.135	0.998	0.195
Ik-3p max ende	0.126	0.998	0.181
Ik-3p min	0.096	0.998	0.138
Ik-2p max	0.117	0.998	0.169
Ik-2p max ende	0.109	0.998	0.157
Ik-2p min	0.083	0.998	0.12
Dobbel jordfeil	0.043	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_12	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.109.....kW
 Merkevelse, Sn0.112.....kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor0.01
 W/m.....
 Strømforsyngsone22.....A
 Spenningsfall totalt9.1.....V
 ..til siste fordeling3.94.....%
 ..over siste kabel0.1.....V
 ..til siste fordeling9.....V
 ..over siste kabel0.04.....%
 Klemmespenning220.9.....V
 Maksimal lengde1021.3.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.117	0.998	0.169
Ik-2p max ende	0.107	0.999	0.154
Ik-2p min	0.081	0.998	0.117
Dobbel jordfeil	0.042	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_12	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.169.....kW
 Merkevelse, Sn0.171.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L2: 1
 L3: 0
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.2.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 W/m.....
 Strømforsyngsone32.....A
 Spenningsfall totalt7.9.....V
 ..til siste fordeling3.42.....%
 ..over siste kabel0.1.....V
 ..til siste fordeling7.7.....V
 ..over siste kabel0.06.....%
 Klemmespenning222.1.....V
 Maksimal lengde3039.2.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.126	0.998	0.181
Ik-3p max ende	0.118	0.998	0.17
Ik-3p min	0.09	0.998	0.13
Ik-2p max	0.109	0.998	0.157
Ik-2p max ende	0.102	0.998	0.147
Ik-2p min	0.078	0.998	0.112
Dobbel jordfeil	0.04	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_13	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0,99.....
 Merkeeffekt, Pn0,1.....kW
 Merkevelse, Sn0,13.....kVA
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2X1,5 CU.....
 Ref.inst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde8.....m.....
 Tap i kabel0,1.....W.....0,01.....W/m.....
 Strømforsyngsone22.....A.....

Spenningsfall totalt9,2.....V.....4,05.....%.....220,6.....V.....
 ..til siste fordeling9,2.....V.....4.....%.....
 ..over siste kabel0,1.....V.....0,04.....%.....1002,9.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,109	0,998	0,157
Ik-2p max ende	0,1	0,999	0,144
Ik-2p min	0,076	0,998	0,11
Dobbel jordfeil	0,039	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_13	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99.....
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 0,5L2 : 0,5L3 : 0.....

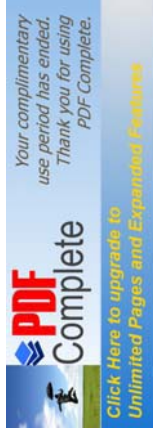
Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3X10 CU.....
 Ref.inst.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde40.....m.....
 Tap i kabel0.....W.....0.....W/m.....
 Strømforsyngsone32.....A.....

Spenningsfall totalt7,9.....V.....3,45.....%.....222.....V.....
 ..til siste fordeling7,9.....V.....3,42.....%.....
 ..over siste kabel0,1.....V.....0,03.....%.....5998,5.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,118	0,998	0,17
Ik-3p max ende	0,11	0,998	0,159
Ik-3p min	0,085	0,998	0,122
Ik-2p max	0,102	0,998	0,147
Ik-2p max ende	0,096	0,998	0,138
Ik-2p min	0,073	0,998	0,106
Dobbel jordfeil	0,038	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_14	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2



Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, PnkW
 Merkevelse, SnkVA

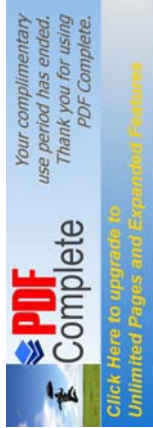
Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20°C
 Kabellengde8m
 Tap i kabel0.1W
 Strømforsyngsve22A

Spenningsfall totalt9.5V
 .. til siste fordeling4.12%
 ..over siste kabel0.1V
4.08%
990.7m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.102	0.998	0.147
Ik-2p max ende	0.094	0.999	0.135
Ik-2p min	0.072	0.998	0.104
Dobbel jordfeil	0.037	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 14	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2



Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, PnkW
 Merkevelse, SnkVA

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20°C
 Kabellengde8m
 Tap i kabel0.1W
 Strømforsyngsve22A

Spenningsfall totalt9.5V
 .. til siste fordeling4.16%
 ..over siste kabel0.1V
4.11%
984.6m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.096	0.998	0.138
Ik-2p max ende	0.089	0.999	0.128
Ik-2p min	0.068	0.998	0.098
Dobbel jordfeil	0.035	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 15	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 1

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 0%
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0,115 kW
 Merkevelse, Sn0,116 kVA
 Sammenhengt strøm [A]L1 : 4,6 L2 : 5 L3 : 4,8

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD
 Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20 °C
 Ingen parallelle kusser
 Kabellengde40 m
 Annen korreksjonsfaktor1
 Tap i kabel5,6 W
 W/m0,16
 StrømføringsveieA

Spenningsfall totalt1,7 V
 til siste fordeling0,73 %
 over siste kabel1,7 V
 Maksimal lengde973,6 m

Kombinert vern
 MerkingMG
 EAN-nummer
 FabrikatCOH B
 Bryereinheit10
 K.A.lsn46,4 A
 Merkestrøm32
 12-verdi1,60 A
 15- (In-) verdi140,7 m

Største kabel-/skinnelengde som vil gi momentan utkobling av alle feilstrommer

Feilstruksjon	Vern				
	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]	Kabel I ² =R ² S/I ² [s]	tutkobling[s]
Ik-3p max	10	0,8	14,679	0,013	0,012
Ik-3p max ende	0,754	0,996	1,088	2,325	0,016
Ik-3p min	0,475	0,989	0,686	5,853	0,017
Ik-2p max	8,66	0,8	12,712	0,018	0,012
Ik-2p max ende	0,653	0,996	0,942	3,1	0,016
Ik-2p min	0,412	0,989	0,594	7,804	0,017
Dobbel jordfeil	0,237	0,996	0,342	23,557	0,019

Anleggets adresse: **Brundalen 2** Dato: 09.06.2007
 NTNU Institutt for Elkraftteknikk
 OS Bragstads pl 2 F
 7491 TRONDHEIM
 tel.: 73591287

NEK400:2006
 230 V IT
 Side 1
 av 1

FEbDOK

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0,115 kW
 Merkevelse, Sn0,116 kVA
 Sammenhengt strøm [A]L1 : 4,6 L2 : 4,6 L3 : 4,8

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD
 Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20 °C
 Ingen parallelle kusser
 Kabellengde40 m
 Annen korreksjonsfaktor1
 Tap i kabel5,6 W
 W/m0,14
 StrømføringsveieA

Spenningsfall totalt2,4 V
 til siste fordeling1,7 V
 over siste kabel0,73 %
 Maksimal lengde973,8 m

Forankoblet kombinert vern
 MerkingMG
 EAN-nummer
 FabrikatCOH B
 Bryereinheit10
 K.A.lsn46,4 A
 Merkestrøm32
 12-verdi1,60 A
 15- (In-) verdi50,7 m

Største kabel-/skinnelengde som vil gi momentan utkobling av alle feilstrommer

Feilstruksjon	Vern				
	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]	Kabel I ² =R ² S/I ² [s]	tutkobling[s]
Ik-3p max	0,754	0,996	1,088	2,325	0,016
Ik-3p max ende	0,533	0,997	0,768	4,662	0,017
Ik-3p min	0,358	0,992	0,516	10,329	0,018
Ik-2p max	0,653	0,996	0,942	3,1	0,016
Ik-2p max ende	0,461	0,997	0,665	6,216	0,017
Ik-2p min	0,31	0,992	0,447	13,771	0,018
Dobbel jordfeil	0,172	0,997	0,248	44,794	0,02

Anleggets adresse: **Brundalen 2** Dato: 09.06.2007
 NTNU Institutt for Elkraftteknikk
 OS Bragstads pl 2 F
 7491 TRONDHEIM
 tel.: 73591287

NEK400:2006
 230 V IT
 Side 1
 av 2

FEbDOK

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.115 kW
 Merkevelse, Sn0.116 kVA
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2X1.5 CU
 Refinst.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie22.....A
 Spenningsfall totalt1.8.....V
 .. til siste fordeling1.7.....V
 ..over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning228.1.....V
 Maksimal lengde1474.7.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.653	0.996	0.942
Ik-2p max ende	0.422	0.998	0.608
Ik-2p min	0.287	0.994	0.414
Dobbel jordfeil	0.158	0.998	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_1	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.115 kW
 Merkevelse, Sn0.116 kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 4.1
L2 : 4.6
L3 : 4.4
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3X10 CU
 Refinst.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel5.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie32.....A
 Spenningsfall totalt3.1.....V
 .. til siste fordeling2.4.....V
 ..over siste kabel0.7.....V
 Klemmespenning226.9.....V
 Maksimal lengde928.3.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.533	0.997	0.768
Ik-3p max ende	0.412	0.997	0.594
Ik-3p min	0.287	0.994	0.414
Ik-2p max	0.461	0.997	0.665
Ik-2p max ende	0.357	0.997	0.514
Ik-2p min	0.248	0.994	0.358
Dobbel jordfeil	0.135	0.998	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_2	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.115 kW
 Merkevelse, Sn0.116 kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsone22.....A

Spenningsfall totalt2.5.....V
 .. til siste fordeling2.4.....V
 .. over siste kabel0.1.....V

.....1.07.....%
1.02.....%
0.05.....%
227.5.....V
1430.2.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.461	0.997	0.665
Ik-2p max ende	0.332	0.998	0.48
Ik-2p min	0.234	0.995	0.337
Dobbel jordfeil	0.126	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 2	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.999
 Merkeeffekt, Pn0 kW
 Merkevelse, Sn0 kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 4.1 L2 : 4.1 L3 : 3.9

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel4.3.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsone52.....A

Spenningsfall totalt3.7.....V
 .. til siste fordeling3.1.....V
 .. over siste kabel0.6.....V

.....1.6.....%
1.33.....%
0.27.....%
226.3.....V
988.5.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.412	0.997	0.594
Ik-3p max ende	0.335	0.998	0.484
Ik-3p min	0.239	0.995	0.345
Ik-2p max	0.357	0.997	0.514
Ik-2p max ende	0.291	0.998	0.419
Ik-2p min	0.207	0.995	0.299
Dobbel jordfeil	0.111	0.998	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 3	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3.....
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.115.....kW.....
 Merkevelse, Sn0.116.....kVA.....
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU.....
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde8.....m.....
 Tap i kabel0.1.....W.....0.01.....W/m.....
 Strømføringsveie22.....A.....
Spenningsfall totalt3.2.....V.....1.37.....%.....Klemmespenning226.8.....V.....
 .. til siste fordeling3.....V.....1.32.....%.....
 ..over siste kabel0.1.....V.....0.05.....%.....Maksimal lengde1383.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.357	0.997	0.514
Ik-2p max ende	0.274	0.998	0.396
Ik-2p min	0.197	0.996	0.284
Dobbel jordfeil	0.105	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_3 NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok vs. 4.0.00 28.12.2006 Side 2 av 2
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3.....
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.....kW.....
 Merkevelse, Sn0.....kVA.....
 Umyttelsesgrad30.....
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 4.1.....L2 : 3.7.....L3 : 3.5.....
Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU.....
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde40.....m.....
 Tap i kabel3.8.....W.....0.09.....W/m.....
 Strømføringsveie32.....A.....
Spenningsfall totalt4.3.....V.....1.85.....%.....Klemmespenning225.7.....V.....
 .. til siste fordeling3.6.....V.....1.58.....%.....
 ..over siste kabel0.6.....V.....0.27.....%.....Maksimal lengde946.1.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.335	0.998	0.484
Ik-3p max ende	0.283	0.998	0.408
Ik-3p min	0.205	0.996	0.296
Ik-2p max	0.291	0.998	0.419
Ik-2p max ende	0.245	0.998	0.354
Ik-2p min	0.178	0.996	0.256
Dobbel jordfeil	0.094	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_4 NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok vs. 4.0.00 28.12.2006 Side 1 av 2
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordleilivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.115 kW
 Merkevelse, Sn0.116 kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt3.8.....%
 .. til siste fordeling3.6.....%
 .. over siste kabel0.1.....%
 Klemmespenning226.2.....V
 Maksimal lengde1341.5.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.291	0.998	0.419
Ik-2p max ende	0.233	0.998	0.337
Ik-2p min	0.17	0.997	0.245
Dobbel jordfeil	0.09	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 4	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.114 kW
 Merkevelse, Sn0.115 kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 3.7
 L2 : 3.7
 L3 : 3

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel3.2.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve32.....A

Spenningsfall totalt4.8.....%
 .. til siste fordeling4.3.....%
 .. over siste kabel0.6.....%
 Klemmespenning225.1.....V
 Maksimal lengde1005.8.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.283	0.998	0.408
Ik-3p max ende	0.245	0.998	0.353
Ik-3p min	0.18	0.997	0.259
Ik-2p max	0.245	0.998	0.354
Ik-2p max ende	0.212	0.998	0.306
Ik-2p min	0.156	0.997	0.224
Dobbel jordfeil	0.082	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 5	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordleilivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.115.....kW
 Merkevelse, Sn0.116.....kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt4.3.....V
 .. til siste fordeling1.86.....%
 .. over siste kabel0.1.....V
 .. til siste fordeling4.2.....V
 .. over siste kabel0.05.....%
 Klemmespenning225.7.....V
 Maksimal lengde1304.8.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.245	0.998	0.354
Ik-2p max ende	0.203	0.998	0.293
Ik-2p min	0.15	0.997	0.216
Dobbel jordfeil	0.079	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 5	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 3.3 L2: 3.3 L3: 3

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel2.7.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve52.....A

Spenningsfall totalt5.3.....V
 .. til siste fordeling2.31.....%
 .. over siste kabel0.5.....V
 .. til siste fordeling4.8.....V
 .. over siste kabel0.21.....%
 Klemmespenning224.6.....V
 Maksimal lengde1102.6.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.245	0.998	0.353
Ik-3p max ende	0.216	0.998	0.311
Ik-3p min	0.16	0.997	0.23
Ik-2p max	0.212	0.998	0.306
Ik-2p max ende	0.187	0.998	0.269
Ik-2p min	0.138	0.997	0.2
Dobbel jordfeil	0.072	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 6	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0,99.....
 Merkeeffekt, Pn0,115.....kW
 Merkevelse, Sn0,116.....kVA
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....
 Refinstd.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kurser.....
 Kabellengde8.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....
 Tap i kabel0,1.....W.....0,01.....W/m.....
 Strømforsyngsone22.....A.....

Spenningsfall totalt5.....V2,17.....%.....Klemmespenning224,9.....V.....
 .. til siste fordeling4,9.....V2,12.....%.....
 ..over siste kabel0,1.....V0,05.....%.....Maksimal lengde1255,4.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,212	0,998	0,306
Ik-2p max ende	0,18	0,998	0,26
Ik-2p min	0,134	0,997	0,193
Dobbel jordfeil	0,07	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_6	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4,0,00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99.....
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C.....
 Sammenlagt strøm [A]L1: 2,8.....L2: 2,8.....L3: 3.....

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....
 Refinstd.metD.....Termisk moistand = 2,5 K.mW.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kurser.....
 Kabellengde40.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....
 Tap i kabel2,2.....W.....0,05.....W/m.....
 Strømforsyngsone32.....A.....

Spenningsfall totalt5,7.....V2,49.....%.....Klemmespenning224,2.....V.....
 .. til siste fordeling5,3.....V2,31.....%.....
 ..over siste kabel0,4.....V0,18.....%.....Maksimal lengde1238,5.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,216	0,998	0,311
Ik-3p max ende	0,193	0,998	0,278
Ik-3p min	0,144	0,997	0,207
Ik-2p max	0,187	0,998	0,269
Ik-2p max ende	0,167	0,998	0,241
Ik-2p min	0,125	0,997	0,18
Dobbel jordfeil	0,065	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_7	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4,0,00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Posters

Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0,115 kW
 Merkevelse, Sn0,116 kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0,1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt5,5.....V
 .. til siste fordeling5,4.....V
 .. over siste kabel0,1.....V

.....2,39.....%
2,34.....%
0,05.....%

.....224,4.....V
1220,7.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0,187	0,998	0,269
Ik-2p max ende	0,161	0,999	0,233
Ik-2p min	0,121	0,998	0,174
Dobbel jordfeil	0,063	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 7	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4,0,00 28.12.2006
		Side 2 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Posters

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0 kW
 Merkevelse, Sn0 kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 2,4 L2: 2,8 L3: 2,6

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel1,8.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve52.....A

Spenningsfall totalt6,1.....V
 .. til siste fordeling5,7.....V
 .. over siste kabel0,4.....V

.....2,66.....%
2,48.....%
0,18.....%

.....223,8.....V
1189,2.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0,193	0,998	0,278
Ik-3p max ende	0,174	0,998	0,251
Ik-3p min	0,131	0,997	0,189
Ik-2p max	0,167	0,998	0,241
Ik-2p max ende	0,151	0,998	0,218
Ik-2p min	0,113	0,997	0,163
Dobbel jordfeil	0,059	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 8	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4,0,00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.115 kW
 Merkevelse, Sn0.116 kVA
 Unyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt5.7.....V
 .. til siste fordeling5.6.....V
 .. over siste kabel0.1.....V

.....2.42.....%
0.05.....%
224.2.....V
1206.8.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.167	0.998	0.241
Ik-2p max ende	0.146	0.999	0.211
Ik-2p min	0.11	0.998	0.159
Dobbel jordfeil	0.057	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 8	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0 kW
 Merkevelse, Sn0 kVA
 Unyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 2.4 L2: 2.4 L3: 2.2

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel1.4.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve32.....A

Spenningsfall totalt6.5.....V
 .. til siste fordeling6.1.....V
 .. over siste kabel0.4.....V

.....2.82.....%
2.66.....%
223.5.....V
1374.6.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.174	0.998	0.251
Ik-3p max ende	0.159	0.998	0.229
Ik-3p min	0.12	0.998	0.173
Ik-2p max	0.151	0.998	0.218
Ik-2p max ende	0.138	0.998	0.199
Ik-2p min	0.104	0.998	0.15
Dobbel jordfeil	0.054	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 9	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3.....
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.115.....kW.....
 Merkevelse, Sn0.116.....kVA.....
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU.....
 Ref.inst.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde8.....m.....
 Tap i kabel0.1.....W.....0.01.....W/m.....
 Strømforsyngsone22.....A.....
Spenningsfall totalt6.1.....V.....2.65.....%.....Klemmespenning223.9.....V.....
 ..til siste fordeling6.....V.....2.6.....%.....
 ..over siste kabel0.1.....V.....0.05.....%.....Maksimal lengde1179.6.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik2p max	0.151	0.998	0.218
Ik2p max ende	0.134	0.999	0.193
Ik2p min	0.101	0.998	0.146
Dobbel jordfeil	0.052	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_9	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3.....
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.....kW.....
 Merkevelse, Sn0.....kVA.....
 Umyttelsesgrad30.....
 Sammenlagt strøm [A]L1: 2.4.....L2: 2.....L3: 1.8.....
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....
 Ref.inst.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde40.....m.....
 Tap i kabel1.1.....W.....0.03.....W/m.....
 Strømforsyngsone32.....A.....
Spenningsfall totalt4.68.....V.....2.96.....%.....Klemmespenning223.1.....V.....
 ..til siste fordeling6.5.....V.....2.8.....%.....
 ..over siste kabel0.4.....V.....0.15.....%.....Maksimal lengde1323.5.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik3p max	0.159	0.998	0.229
Ik3p max ende	0.146	0.998	0.211
Ik3p min	0.111	0.998	0.16
Ik2p max	0.138	0.998	0.199
Ik2p max ende	0.127	0.998	0.183
Ik2p min	0.096	0.998	0.138
Dobbel jordfeil	0.049	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_10	NEK400:2006 230 V IT
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Posters
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.115 kW
 Merkevelse, Sn0.116 kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinst.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsone22.....A
 Spenningsfall totalt6.4.....V
 .. til siste fordeling6.3.....V
 ..over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning223.5.....V
 Maksimal lengde1156.3.....m

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.138	0.998	0.199
Ik-2p max ende	0.123	0.999	0.178
Ik-2p min	0.094	0.998	0.135
Dobbel jordfeil	0.048	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_10	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.115 kW
 Merkevelse, Sn0.116 kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinst.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsone22.....A
 Spenningsfall totalt6.4.....V
 .. til siste fordeling6.3.....V
 ..over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning223.5.....V
 Maksimal lengde1156.3.....m

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.146	0.998	0.211
Ik-3p max ende	0.135	0.998	0.195
Ik-3p min	0.103	0.998	0.148
Ik-2p max	0.127	0.998	0.183
Ik-2p max ende	0.117	0.998	0.169
Ik-2p min	0.089	0.998	0.128
Dobbel jordfeil	0.046	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_11	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Posters
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3.....
 Cos phi0,99.....
 Merkeeffekt, Pn0,115.....kW.....
 Merkevelse, Sn0,116.....kVA.....
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....
 Refinstd. DTermisk motstand = 2,5 K.m/W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde8.....m.....
 Tap i kabel0,1.....W.....
 Strømforsyngsve22.....A.....

Spenningsfall totalt6,7.....V.....
 .. til siste fordeling6,6.....V.....
 ..over siste kabel0,1.....V.....

.....2,92.....%.....
2,87.....%.....
0,05.....%.....

.....223,2.....V.....
1136,2.....m.....

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]
Ik-2p max	0,127	0,998	0,183
Ik-2p max ende	0,114	0,999	0,165
Ik-2p min	0,087	0,998	0,126
Dobbel jordfeil	0,045	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_11	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4,0,00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Posters
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3.....
 Cos phi0,99.....
 Merkeeffekt, Pn0,169.....kW.....
 Merkevelse, Sn0,171.....kVA.....
 Umyttelsesgrad30.....°C.....
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 1,3
L2 : 1,3
L3 : 1,3.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU.....
 Refinstd. DTermisk motstand = 2,5 K.m/W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde40.....m.....
 Tap i kabel0,4.....W.....
 Strømforsyngsve32.....A.....

Spenningsfall totalt7,3.....V.....
 .. til siste fordeling7,1.....V.....
 ..over siste kabel0,2.....V.....

.....3,18.....%.....
3,09.....%.....
0,08.....%.....

.....222,6.....V.....
2309,3.....m.....

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]
Ik-3p max	0,135	0,998	0,195
Ik-3p max ende	0,126	0,998	0,181
Ik-3p min	0,096	0,998	0,138
Ik-2p max	0,117	0,998	0,169
Ik-2p max ende	0,109	0,998	0,157
Ik-2p min	0,083	0,998	0,12
Dobbel jordfeil	0,045	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_12	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4,0,00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn1.17.....kW
 Merkevelse, Sn0.172.....kVA
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd. D. Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie22.....A
 Spenningsfall totalt7.4.....V
 .. til siste fordeling7.3.....V
 ..over siste kabel0.2.....V
 Klemmespenning222.5.....V
 Maksimal lengde736.2.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.117	0.998	0.169
Ik-2p max ende	0.107	0.999	0.154
Ik-2p min	0.081	0.998	0.117
Dobbel jordfeil	0.042	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_12	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.169.....kW
 Merkevelse, Sn0.171.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 0.7
L2 : 0.7
L3 : 1.3
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd. D. Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.2.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie32.....A
 Spenningsfall totalt7.4.....V
 .. til siste fordeling7.3.....V
 ..over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning222.5.....V
 Maksimal lengde4890.7.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.126	0.998	0.181
Ik-3p max ende	0.118	0.998	0.17
Ik-3p min	0.09	0.998	0.13
Ik-2p max	0.109	0.998	0.157
Ik-2p max ende	0.102	0.998	0.147
Ik-2p min	0.078	0.998	0.112
Dobbel jordfeil	0.04	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_13	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.17.....kW
 Merkevelse, Sn0.172.....kVA
 Unyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU.....
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kurser.....
 Kabellengde8.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....
 Tap i kabel0.1.....W.....0.02.....W/m.....
 Strømforsyngsone22.....A.....

Spenningsfall totalt7.6.....V.....3.3.....%.....Klemmespenning222.3.....V.....
 .. til siste fordeling7.4.....V.....3.23.....%.....
 ..over siste kabel0.2.....V.....0.07.....%.....Maksimal lengde727.1.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.109	0.998	0.157
Ik-2p max ende	0.1	0.999	0.144
Ik-2p min	0.076	0.998	0.11
Dobbel jordfeil	0.039	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_13	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Unyttelsesgrad30.....
 Sammenlagt strøm [A]L1: 0.....L2: 0.7.....L3: 0.7.....

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....Ingen parallele kurser.....
 Kabellengde40.....m.....Annen korreksjonsfaktor1.....
 Tap i kabel0.1.....W.....0.....W/m.....
 Strømforsyngsone32.....A.....

Spenningsfall totalt7.4.....V.....3.24.....%.....Klemmespenning222.5.....V.....
 .. til siste fordeling7.4.....V.....3.2.....%.....
 ..over siste kabel0.1.....V.....0.04.....%.....Maksimal lengde4281.9.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.118	0.998	0.17
Ik-3p max ende	0.11	0.998	0.159
Ik-3p min	0.085	0.998	0.122
Ik-2p max	0.102	0.998	0.147
Ik-2p max ende	0.096	0.998	0.138
Ik-2p min	0.073	0.998	0.106
Dobbel jordfeil	0.038	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_14	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3.....
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn1.7.....kW.....
 Merkevelse, Sn0.172.....kVA.....
 Unnyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU.....
 Refinstd.metD.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Ingen parallele kurser.....
 Kabellengde8.....m.....
 Tap i kabel0.1.....W.....
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve22.....A.....
Spenningsfall totalt7.4.....V.....
 .. til siste fordeling7.3.....V.....
 .. over siste kabel0.2.....V.....

.....3.2.....%.....
3.12.....%.....
0.07.....%.....
 Klemmespenning222.6.....V.....
 Maksimal lengde738.2.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.102	0.998	0.147
Ik-2p max ende	0.094	0.999	0.135
Ik-2p min	0.072	0.998	0.104
Dobbel jordfeil	0.037	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 14	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3.....
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn1.7.....kW.....
 Merkevelse, Sn0.172.....kVA.....
 Unnyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU.....
 Refinstd.metD.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Ingen parallele kurser.....
 Kabellengde8.....m.....
 Tap i kabel0.1.....W.....
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve22.....A.....
Spenningsfall totalt7.5.....V.....
 .. til siste fordeling7.3.....V.....
 .. over siste kabel0.2.....V.....

.....3.24.....%.....
3.16.....%.....
0.07.....%.....
 Klemmespenning222.5.....V.....
 Maksimal lengde734.1.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.096	0.998	0.138
Ik-2p max ende	0.089	0.999	0.128
Ik-2p min	0.068	0.998	0.098
Dobbel jordfeil	0.035	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 15	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 1

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 0%
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0,115 kW
 Merkevelse, Sn0,116 kVA
 Sammenhengt strøm [A]L1 : 3,3 L2 : 3,3 L3 : 3,1
 Temperatur i fordeling30.....°C

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3X10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde90 m
 Tap i kabel6,2 W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngene32 A
Spenningsfall totalt1,1 V
 .. til siste fordeling0.....%
 .. over siste kabel1,1 V
 .. over siste kabel0,48.....%
 Klemmespenning228,8.....V
 Maksimal lengde1507,3 m

Kombinert vern
 MerkingMG.....EAN-nummer
 FabrikatCOH B.....Bryerevne10.....K.A.lsn.
 Merkestrøm32.....A
 12-verdi46,4 A
 15- (In-) verdi1,60 A
 140,7 m

Største kabel-/skinnelengde som vil gi momentan utkobling av alle feilstrommer

Feilstruksjon	Vern				fuktubling[s]
	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]	Kabel I ² =R ² S/I ² [s]	
Ik-3p max	10	0,8	14,679	0,013	0,012
Ik-3p max ende	0,754	0,996	1,088	2,325	0,016
Ik-3p min	0,475	0,989	0,686	5,853	0,017
Ik-2p max	8,66	0,8	12,712	0,018	0,012
Ik-2p max ende	0,653	0,996	0,942	3,1	0,016
Ik-2p min	0,412	0,989	0,594	7,804	0,017
Dobbel jordfeil	0,237	0,996	0,342	23,557	0,019

Anleggs adresse: **Brundalen 2** Dato: 09.06.2007
 NTNU Institutt for Elkraftteknikk
 OS Bragstads pl 2 F
 7491 TRONDHEIM
 tel.: 73591287
 NEK400:2006
 230 V IT
 Side 1 av 1
 vs. 4,0,00
 28.12.2006
FEbDOK

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 0%
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0,115 kW
 Merkevelse, Sn0,116 kVA
 Sammenhengt strøm [A]L1 : 3,3 L2 : 3,3 L3 : 3,1
 Temperatur i fordeling30.....°C

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3X10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40 m
 Tap i kabel2,4 W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngene32 A
Spenningsfall totalt1,5 V
 .. til siste fordeling1,1 V
 .. over siste kabel0,5.....%
 Klemmespenning228,4.....V
 Maksimal lengde1571,4 m

Forankoblet kombinert vern
 MerkingMG.....EAN-nummer
 FabrikatCOH B.....Bryerevne7,5.....K.A.lsn.
 Merkestrøm32.....A
 12-verdi46,4 A
 15- (In-) verdi1,60 A
 50,7 m

Største kabel-/skinnelengde som vil gi momentan utkobling av alle feilstrommer

Feilstruksjon	Vern				fuktubling[s]
	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]	Kabel I ² =R ² S/I ² [s]	
Ik-3p max	0,754	0,996	1,088	2,325	0,016
Ik-3p max ende	0,533	0,997	0,768	4,662	0,017
Ik-3p min	0,358	0,992	0,516	10,329	0,018
Ik-2p max	0,653	0,996	0,942	3,1	0,016
Ik-2p max ende	0,461	0,997	0,665	6,216	0,017
Ik-2p min	0,31	0,992	0,447	13,771	0,018
Dobbel jordfeil	0,172	0,997	0,248	44,794	0,02

Anleggs adresse: **Brundalen 2** Dato: 09.06.2007
 NTNU Institutt for Elkraftteknikk
 OS Bragstads pl 2 F
 7491 TRONDHEIM
 tel.: 73591287
 NEK400:2006
 230 V IT
 Side 1 av 2
 vs. 4,0,00
 28.12.2006
FEbDOK

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2X1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve22.....A
Spenningsfall totalt1.2.....V
 .. til siste fordeling1.1.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning228.8.....V
 Maksimal lengde2368.4.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.653	0.996	0.942
Ik-2p max ende	0.422	0.998	0.608
Ik-2p min	0.287	0.994	0.414
Dobbel jordfeil	0.158	0.998	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_1	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.115.....kW
 Merkevelse, Sn0.116.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L2 : 3
L3 : 2,9
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3X10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel2.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve32.....A
Spenningsfall totalt2.....V
 .. til siste fordeling1.5.....V
 .. over siste kabel0.5.....V
 Klemmespenning228.....V
 Maksimal lengde1512.6.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.533	0.997	0.768
Ik-3p max ende	0.412	0.997	0.594
Ik-3p min	0.287	0.994	0.414
Ik-2p max	0.461	0.997	0.665
Ik-2p max ende	0.357	0.997	0.514
Ik-2p min	0.248	0.994	0.358
Dobbel jordfeil	0.135	0.998	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_2	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3
 Cos phi0,97
 Merkeeffekt, Pn0,074.....kW
 Merkevelse, Sn0,076.....kVA
 Unyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt1,6.....V
 .. til siste fordeling1,5.....V
 .. over siste kabel0,1.....V

Klemmespenning228,4.....V
 Maksimal lengde2323,5.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]
Ik-2p max	0,461	0,997	0,665
Ik-2p max ende	0,332	0,998	0,48
Ik-2p min	0,234	0,995	0,337
Dobbel jordfeil	0,126	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 2	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0,99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Unyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 2,7
L2 : 2,7
L3 : 2,6

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2,5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel1,9.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve32.....A

Spenningsfall totalt2,4.....V
 .. til siste fordeling2.....V
 .. over siste kabel0,4.....V

Klemmespenning227,6.....V
 Maksimal lengde1649,6.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	I [kA]
Ik-3p max	0,412	0,997	0,594
Ik-3p max ende	0,335	0,998	0,484
Ik-3p min	0,239	0,995	0,345
Ik-2p max	0,357	0,997	0,514
Ik-2p max ende	0,291	0,998	0,419
Ik-2p min	0,207	0,995	0,299
Dobbel jordfeil	0,111	0,998	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 3	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Posters
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 L1 : 2,7
 L2 : 2,4
 L3 : 2,3

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m/W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt2.....V
 .. til siste fordeling0.88.....%
 .. over siste kabel0.1.....V
0.85.....%
0.03.....%
 Klemmespenning227.9.....V
 Maksimal lengde2276.6.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.357	0.997	0.514
Ik-2p max ende	0.274	0.998	0.396
Ik-2p min	0.197	0.996	0.284
Dobbel jordfeil	0.105	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_3	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Posters
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 L1 : 2,7
 L2 : 2,4
 L3 : 2,3

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m/W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel1.6.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve52.....A

Spenningsfall totalt2.8.....V
 .. til siste fordeling2.3.....V
 .. over siste kabel0.4.....V
1.19.....%
1.02.....%
0.17.....%
 Klemmespenning227.2.....V
 Maksimal lengde1591.2.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.335	0.998	0.484
Ik-3p max ende	0.283	0.998	0.408
Ik-3p min	0.205	0.996	0.296
Ik-2p max	0.291	0.998	0.419
Ik-2p max ende	0.245	0.998	0.354
Ik-2p min	0.178	0.996	0.256
Dobbel jordfeil	0.094	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_4	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømføringsveie22.....A

Spenningsfall totalt2.4.....V
 .. til siste fordeling2.3.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning227.5.....V
 Maksimal lengde2235.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.291	0.998	0.419
Ik-2p max ende	0.233	0.998	0.337
Ik-2p min	0.17	0.997	0.245
Dobbel jordfeil	0.09	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 4	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.114.....kW
 Merkevelse, Sn0.115.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 2.4
L2: 2.4
L3: 2

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel1.4.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømføringsveie32.....A

Spenningsfall totalt3.1.....V
 .. til siste fordeling2.8.....V
 .. over siste kabel0.4.....V
 Klemmespenning226.8.....V
 Maksimal lengde1707.7.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.283	0.998	0.408
Ik-3p max ende	0.245	0.998	0.353
Ik-3p min	0.18	0.997	0.259
Ik-2p max	0.245	0.998	0.354
Ik-2p max ende	0.212	0.998	0.306
Ik-2p min	0.156	0.997	0.224
Dobbel jordfeil	0.082	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 5	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordleilivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømføringsveie22.....A

Spenningsfall totalt2.8.....V
 .. til siste fordeling2.7.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning227.2.....V
 Maksimal lengde2197.1.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.245	0.998	0.354
Ik-2p max ende	0.203	0.998	0.293
Ik-2p min	0.15	0.997	0.216
Dobbel jordfeil	0.079	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 5	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 2.1
L2 : 2.1
L3 : 2

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel1.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømføringsveie32.....A

Spenningsfall totalt3.4.....V
 .. til siste fordeling3.1.....V
 .. over siste kabel0.3.....V
 Klemmespenning226.5.....V
 Maksimal lengde1917.4.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.245	0.998	0.353
Ik-3p max ende	0.216	0.998	0.311
Ik-3p min	0.16	0.997	0.23
Ik-2p max	0.212	0.998	0.306
Ik-2p max ende	0.187	0.998	0.269
Ik-2p min	0.138	0.997	0.2
Dobbel jordfeil	0.072	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 6	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Unyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie22.....A
Spenningsfall totalt3.2.....V
 .. til siste fordeling1.37.....%
 ..over siste kabel0.1.....%
 Klemmespenning226.7.....V
 Maksimal lengde2147.9.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.212	0.998	0.306
Ik-2p max ende	0.18	0.998	0.26
Ik-2p min	0.134	0.997	0.193
Dobbel jordfeil	0.07	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBOOK 6	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Temperatur i fordeling30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 1.8 L2: 1.8 L3: 2
Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.9.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie32.....A
Spenningsfall totalt3.7.....V
 .. til siste fordeling1.61.....%
 ..over siste kabel0.34.....%
 Klemmespenning226.2.....V
 Maksimal lengde2209.1.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.216	0.998	0.311
Ik-3p max ende	0.193	0.998	0.278
Ik-3p min	0.144	0.997	0.207
Ik-2p max	0.187	0.998	0.269
Ik-2p max ende	0.167	0.998	0.241
Ik-2p min	0.125	0.997	0.18
Dobbel jordfeil	0.065	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBOOK 7	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Unyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie22.....A

Spenningsfall totalt3.5.....V
 .. til siste fordeling1.54.....%
 .. over siste kabel0.1.....%
 Maksimal lengde2113.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.187	0.998	0.269
Ik-2p max ende	0.161	0.999	0.233
Ik-2p min	0.121	0.998	0.174
Dobbel jordfeil	0.063	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 7	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Unyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 1.6
L2 : 1.8
L3 : 1.7

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.8.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie32.....A

Spenningsfall totalt4.....V
 .. til siste fordeling1.71.....%
 .. over siste kabel0.3.....%
 Maksimal lengde21304.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.193	0.998	0.278
Ik-3p max ende	0.174	0.998	0.251
Ik-3p min	0.131	0.997	0.189
Ik-2p max	0.167	0.998	0.241
Ik-2p max ende	0.151	0.998	0.218
Ik-2p min	0.113	0.997	0.163
Dobbel jordfeil	0.059	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 8	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt3.7.....V
 .. til siste fordeling3.6.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 .. til siste fordeling1.57.....%
 .. over siste kabel0.03.....%

.....226.3.....V
2098.1.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.167	0.998	0.241
Ik-2p max ende	0.146	0.999	0.211
Ik-2p min	0.11	0.998	0.159
Dobbel jordfeil	0.057	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 8	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 1.6
L2 : 1.6
L3 : 1.4

Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.6.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsve32.....A

Spenningsfall totalt4.2.....V
 .. til siste fordeling4.....V
 .. over siste kabel0.2.....V
 .. til siste fordeling1.81.....%
 .. over siste kabel1.71.....%
225.8.....V
2528.1.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.174	0.998	0.251
Ik-3p max ende	0.159	0.998	0.229
Ik-3p min	0.12	0.998	0.173
Ik-2p max	0.151	0.998	0.218
Ik-2p max ende	0.138	0.998	0.199
Ik-2p min	0.104	0.998	0.15
Dobbel jordfeil	0.054	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK 9	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Features

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3.....
 Cos phi0.97.....
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW.....
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA.....
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 2x1.5 CU.....
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde8.....m.....
 Tap i kabel0.....W.....
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve22.....A.....
 Spenningsfall totalt3.9.....V.....
 ..til siste fordeling3.8.....V.....
 ..over siste kabel0.1.....V.....
 Klemmespenning226.....V.....
 Maksimal lengde2073.1.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.151	0.998	0.218
Ik-2p max ende	0.134	0.999	0.193
Ik-2p min	0.101	0.998	0.146
Dobbel jordfeil	0.052	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_9	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3.....
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.....kW.....
 Merkevelse, Sn0.....kVA.....
 Umyttelsesgrad30.....
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 1.6L2 : 1.3L3 : 1.1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype-/ledertøsningPSP 3x10 CU.....
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde40.....m.....
 Tap i kabel0.5.....W.....
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsve52.....A.....
 Spenningsfall totalt4.4.....V.....
 ..til siste fordeling4.2.....V.....
 ..over siste kabel0.2.....V.....
 Klemmespenning225.5.....V.....
 Maksimal lengde2430.6.....m.....

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.159	0.998	0.229
Ik-3p max ende	0.146	0.998	0.211
Ik-3p min	0.111	0.998	0.16
Ik-2p max	0.138	0.998	0.199
Ik-2p max ende	0.127	0.998	0.183
Ik-2p min	0.096	0.998	0.138
Dobbel jordfeil	0.049	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_10	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Features
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3.....
 Cos phi0,97.....
 Merkeeffekt, Pn0,074.....kW.....
 Merkevelse, Sn0,076.....kVA.....
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....
 Refinstd. D. Termisk motstand = 2,5 K.mW.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde8.....m.....
 Tap i kabel0.....W.....
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsone22.....A.....
 Spenningsfall totalt4,1.....V.....
 ..til siste fordeling1,76.....%.....
 ..over siste kabel0,1.....%.....
 Klemmespenning225,8.....V.....
 Maksimal lengde2049,8.....m.....

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	φ [kA]
Ik-2p max	0,138	0,998	0,199
Ik-2p max ende	0,123	0,999	0,178
Ik-2p min	0,094	0,998	0,135
Dobbel jordfeil	0,048	0,999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_10	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

Max utkoblingstid0,4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL2-L3.....
 Cos phi0,97.....
 Merkeeffekt, Pn0,074.....kW.....
 Merkevelse, Sn0,076.....kVA.....
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....
 Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1,5 CU.....
 Refinstd. D. Termisk motstand = 2,5 K.mW.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C.....
 Kabellengde8.....m.....
 Tap i kabel0.....W.....
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømforsyngsone22.....A.....
 Spenningsfall totalt4,1.....V.....
 ..til siste fordeling1,76.....%.....
 ..over siste kabel0,1.....%.....
 Klemmespenning225,8.....V.....
 Maksimal lengde2049,8.....m.....

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	φ [kA]
Ik-3p max	0,146	0,998	0,211
Ik-3p max ende	0,135	0,998	0,195
Ik-3p min	0,103	0,998	0,148
Ik-2p max	0,127	0,998	0,183
Ik-2p max ende	0,117	0,998	0,169
Ik-2p min	0,089	0,998	0,128
Dobbel jordfeil	0,046	0,999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK_11	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elektroteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3
 Cos phi0.97
 Merkeeffekt, Pn0.074.....kW
 Merkevelse, Sn0.076.....kVA
 Umyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1
Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsone22.....A
Spenningsfall totalt4.3.....V
 .. til siste fordeling1.88.....%
 ..over siste kabel0.1.....V
 ..over siste kabel0.03.....%
 Klemmespenning225.6.....V
 Maksimal lengde2026.5.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.127	0.998	0.183
Ik-2p max ende	0.114	0.999	0.165
Ik-2p min	0.087	0.998	0.126
Dobbel jordfeil	0.045	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_11	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.169.....kW
 Merkevelse, Sn0.171.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 0.9
L2 : 0.9
L3 : 0.9
Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.mW
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.2.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømforsyngsone32.....A
Spenningsfall totalt4.7.....V
 .. til siste fordeling2.05.....%
 ..over siste kabel0.1.....V
 ..over siste kabel0.05.....%
 Klemmespenning225.2.....V
 Maksimal lengde4377.2.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.135	0.998	0.195
Ik-3p max ende	0.126	0.998	0.181
Ik-3p min	0.096	0.998	0.138
Ik-2p max	0.117	0.998	0.169
Ik-2p max ende	0.109	0.998	0.157
Ik-2p min	0.083	0.998	0.12
Dobbel jordfeil	0.045	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_12	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.11.....kW
 Merkevelse, Sn0.113.....kVA
 Umyttelsesgrad1.....
 Samtidighetsfaktor1.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie22.....A

Spenningsfall totalt4.8.....V
 .. til siste fordeling4.7.....V
 ..over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning2.252.2.....V
 Maksimal lengde1.333.5.....m

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.117	0.998	0.169
Ik-2p max ende	0.107	0.999	0.154
Ik-2p min	0.081	0.998	0.117
Dobbel jordfeil	0.042	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_12	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

PDF Complete
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99.....
 Merkeeffekt, Pn0.169.....kW
 Merkevelse, Sn0.171.....kVA
 Umyttelsesgrad30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1 : 0.5
L2 : 0.5
L3 : 0.9

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk moistand = 2.5 K.m.W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1.....
 Strømføringsveie32.....A

Spenningsfall totalt4.8.....V
 .. til siste fordeling4.7.....V
 ..over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning2.252.2.....V
 Maksimal lengde1.0132.....m

Felthsituasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.126	0.998	0.181
Ik-3p max ende	0.118	0.998	0.177
Ik-3p min	0.09	0.998	0.13
Ik-2p max	0.109	0.998	0.157
Ik-2p max ende	0.102	0.998	0.147
Ik-2p min	0.078	0.998	0.112
Dobbel jordfeil	0.04	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_13	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
		vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordtilnivå.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L2
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.11.....kW
 Merkevelse, Sn0.113.....kVA
 Unyttelsesgrad1
 Samtidighetsfaktor1

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2x1.5 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m/W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømføringsveie22.....A

Spenningsfall totalt4.9.....V
 .. til siste fordeling4.8.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning2.25.....V
 Maksimal lengde1324.3.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.109	0.998	0.157
Ik-2p max ende	0.1	0.999	0.144
Ik-2p min	0.076	0.998	0.11
Dobbel jordfeil	0.039	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_13	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 2 av 2

Max utkoblingstid5.....s
 Antall faser3.....
 FasekoblingL1-L2-L3
 Cos phi0.99
 Merkeeffekt, Pn0.....kW
 Merkevelse, Sn0.....kVA
 Temperatur i fordeling30.....°C
 Sammenlagt strøm [A]L1: 0.....L2: 0.5.....L3: 0.5.....

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 3x10 CU
 Ref.inst.metD.....Termisk motstand = 2.5 K.m/W
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde40.....m
 Tap i kabel0.....W
 Annen korreksjonsfaktor1
 Strømføringsveie32.....A

Spenningsfall totalt4.8.....V
 .. til siste fordeling4.7.....V
 .. over siste kabel0.1.....V
 Klemmespenning2.25.....V
 Maksimal lengde7744.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-3p max	0.118	0.998	0.17
Ik-3p max ende	0.11	0.998	0.159
Ik-3p min	0.085	0.998	0.122
Ik-2p max	0.102	0.998	0.147
Ik-2p max ende	0.096	0.998	0.138
Ik-2p min	0.073	0.998	0.106
Dobbel jordfeil	0.038	0.999	0

Kombinert vern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2 Fordeling: FEBDOK_14	Dato: 09.06.2007
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
		Side 1 av 2

PDF Complete
 Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expedited Features
 Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3.....
 Cos phi0.97.....
 Merkeeffekt, Pn0.1.....kW
 Merkevelse, Sn0.113.....kVA

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2X1.5 CU.....
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt4.8.....V
 .. til siste fordeling4.7.....V
 ..over siste kabel0.1.....V

.....2.08.....%
2.02.....%
0.04.....%
225.2.....V
1334.5.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.102	0.998	0.147
Ik-2p max ende	0.094	0.999	0.135
Ik-2p min	0.072	0.998	0.104
Dobbel jordfeil	0.037	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 14	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 2 av 2

Max utkoblingstid0.4.....s
 Kurs skal ikke være beskyttet av strømstyrt jordfeilvern.
 Antall faser2.....
 FasekoblingL1-L3.....
 Cos phi0.97.....
 Merkeeffekt, Pn0.1.....kW
 Merkevelse, Sn0.113.....kVA

Kabelmerking
 Kabeltype/ledertøsningPSP 2X1.5 CU.....
 Refinstd. DTerminsk moistand = 2.5 K.m.W.....
 Omgivelsestemperatur20.....°C
 Kabellengde8.....m
 Tap i kabel0.1.....W
 Strømforsyngsve22.....A

Spenningsfall totalt4.8.....V
 .. til siste fordeling4.7.....V
 ..over siste kabel0.1.....V

.....2.08.....%
2.03.....%
0.04.....%
225.2.....V
1337.6.....m

Felsttuasjon	Ik [kA]	Cos phi	i [kA]
Ik-2p max	0.096	0.998	0.138
Ik-2p max ende	0.089	0.999	0.128
Ik-2p min	0.068	0.998	0.098
Dobbel jordfeil	0.035	0.999	0

Kortslutningsvern er ikke valgt.

Anleggs adresse:	Anlegg: Brundalen 2	Dato: 09.06.2007
	Fordeling: FEBDOK 15	NEK400:2006 230 V IT
	FEbdok	vs. 4.0.00 28.12.2006
	NTNU Institutt for Elkraftteknikk OS Bragstads pl 2 F 7491 TRONDHEIM tel.: 73591287	Side 1 av 1

Vedlegg G

Energiberegninger

Høgskoleringen, beregninger for alternativer

Antall armaturer 22

Elektroniske Philipsarmaturer

Effekt 100 % pådrag	170 W
Cos ϕ	0,99
Effekt i anlegget	3740 W
Tap i anlegget	121 W
Effekt sett fra tennskap	3861 W
Effekt 50 % pådrag	110 W
Cos ϕ	0,97
Effekt i anlegget	2420 W
Tap i anlegget	51 W
Effekt sett fra tennskap	2471 W

Effekt 20 % pådrag	63 W
Cos ϕ	0,94
Effekt i anlegget	1386 W
Tap i anlegget	18 W
Effekt sett fra tennskap	1404 W

Gjennomsnittseffekt konvensjonelle armaturer	150,5 W
Cos ϕ	0,91
Effekt i anlegget	3310 W
Tap i anlegget	107 W
Effekt sett fra tennskap	3417 W

Fotocelledrift, Høgskoleringen

	Dagens oppsett	Dagens armaturer, jevnt fordelt	elektroniske armaturer
Pådrag	100 %	100 %	100 %
Armatureffekt	3029	3310	3740
Tap i linjer [W]	211	107	121
Total effekt [W]	3240	3417	3861
Antall timer [t]	4000	4000	4000
Energi [kWh]	3600	3797	4290
I forhold til Fotocelle/entfase	105,47 %		119,18 %

Astronomisk ur

	4024,6	2207,1	187,6	Dagens oppsett	Dagens armaturer, jevnt fordelt	elektroniske armaturer
Driftstid [t]						
Driftstid 50 % [t]						
Armatureffekt 100 % [W]				137,7	150,5	170
Armatureffekt 50 % [W]				3240	3417	3861
Total effekt 100 % [W]						2471
Total effekt 50 % [W]						1248
Energi 50 % [kWh]				3622	3820	2367
Energi total [kWh]				3622	3820	3615
I forhold til Fotocelle/entfase				100,62 %	106,11 %	100,41 %

Energieregning, Brundalen

Beregning av tap i linjer entfase

Philips elektronisk med 100% pådrag	U	I1	I2	I3	sum I1	sum I2	Plap1	Plap2	Tap fra Febdok
90	116	226,5	0,512	0,512	8,973	8,973	13,26	13,26	11,3
130	116	225,1	0,515	0,515	8,461	8,461	5,24	5,24	9,9
170	116	223,8	0,518	0,518	7,946	7,946	4,62	4,62	8,6
210	116	222,6	0,521	0,521	7,427	7,427	4,04	4,04	7,4
250	116	221,4	0,524	0,524	6,906	6,906	3,49	3,49	6,3
290	116	220,2	0,527	0,527	6,386	6,386	2,91	2,91	5,1
330	116	219,0	0,529	0,529	5,865	5,865	2,34	2,34	4,3
370	116	217,8	0,531	0,531	5,327	5,327	2,08	2,08	3,5
410	116	217,8	0,533	0,533	4,796	4,796	1,68	1,68	2,8
450	116	217,1	0,534	0,534	4,264	4,264	1,33	1,33	2,1
490	116	216,5	0,536	0,536	3,729	3,729	1,02	1,02	1,6
530	172	215,9	0,797	0,797	3,194	3,194	0,75	0,75	0,9
570	172	215,5	0,798	0,798	2,397	2,397	0,42	0,42	0,4
610	172	215,2	0,799	0,799	1,989	1,989	0,19	0,19	0,1
650	172	215,1	0,800	0,800	0,800	0,800	0,05	0,05	0,1
Sum tap i fase					43,7	43,7			94,6
Sum tap							87,3		40,5

Philips elektronisk med 50% pådrag

U	I1	I2	sum I1	sum I2	Plap1	Plap2	Tap fra Febdok
90	76	227,7	0,335	0,335	5,602	5,64	5,4
130	76	226,6	0,338	0,338	5,117	5,13	4,8
170	76	225,0	0,339	0,339	4,631	4,68	4,3
210	76	225,2	0,339	0,339	4,793	4,793	3,7
250	76	224,4	0,340	0,340	4,454	4,454	3,2
290	76	223,8	0,341	0,341	4,114	4,114	2,7
330	76	223,2	0,342	0,342	3,773	3,773	2,3
370	76	222,6	0,343	0,343	3,432	3,432	1,9
410	76	222,1	0,343	0,343	3,089	3,089	1,5
450	76	221,6	0,344	0,344	2,745	2,745	1,2
490	76	221,1	0,345	0,345	2,401	2,401	0,9
530	113	220,9	0,513	0,513	2,056	2,056	0,7
570	113	220,6	0,514	0,514	1,543	1,543	0,4
610	113	220,5	0,514	0,514	1,029	1,029	0,2
650	113	220,4	0,515	0,515	0,515	0,515	0,1
Sum tap i fase					18,2	18,2	16,2
Sum tap							36,4

Konvensjonell 150 W

U	I1	I2	sum I1	sum I2	Plap1	Plap2	Tap fra Febdok
90	117,12	228,9	0,512	0,512	8,148	8,148	10,94
130	115,37	227,9	0,506	0,506	7,637	7,637	10,94
170	113,64	226,9	0,501	0,501	7,130	7,130	4,27
210	111,77	225,8	0,495	0,495	6,630	6,630	3,72
250	110,09	224,8	0,490	0,490	6,135	6,135	3,22
290	108,61	223,9	0,485	0,485	5,645	5,645	2,75
330	107,30	223,1	0,481	0,481	5,160	5,160	2,33
370	106,18	222,4	0,477	0,477	4,679	4,679	1,95
410	105,06	221,7	0,474	0,474	4,201	4,201	1,60
450	104,11	221,0	0,471	0,471	3,727	3,727	1,29
490	103,17	220,5	0,468	0,468	3,257	3,257	0,92
530	102,14	219,9	0,465	0,465	2,789	2,789	0,57
570	101,13	219,4	0,463	0,463	2,088	2,088	0,32
610	100,14	219,0	0,462	0,462	1,390	1,390	0,14
650	100,14	218,7	0,462	0,462	0,694	0,694	0,04
Sum tap i fase					34,9	34,9	34,9
Sum tap							69,9

Det er her benyttet en del forenklinger og betraktninger. Her er de sammen med benyttede formler:

- Spenningsfallet er valgt etter fall funnet i Febdok. Det er lagt inn manuelt med noe mer i starten av kurset.
- Lastene er lagt etter samme prinsipp som i Okstad Park, det ses i delstømmene, I1, I2 og I3.
- Resistiviteten er hentet fra kabledata i Febdok, $r=0,00183(\text{ohm}/\text{m})$
- Sum-strømmene er summen av strømmene i linjene ved det gitte punkt gitt etter lengde fra tennskap.
- Tapene blir funnet med I^2R . Der r er resistiviteten ganget med lengden mellom aktuelt punkt og forrige.
- For de konvensjonelle 150 W-armaturene er S=PIPF beregnet ut fra formelen for P funnet fra maximalt trykkløst Trondheim, $P=10,483 \cdot V(0,015 \cdot U)$. U er spilt i tabellen.
- For de konvensjonelle 100 W-armaturene er S=PIPF beregnet ut fra formelen for P funnet fra maksimalingene i anlegg i Trondheim, $P=3,4358 \cdot V(0,0119 \cdot U)$, der U er oppgitt i tabellen.

Tapene fra Febdok er benyttet i effekt/energieregningene

Brundalen, beregninger for alternativer

Antall armaturer 100 W 11
 Antall armaturer 150 W 4

Effekt 100 W armaturer 100 % pådrag 115 W
 Effekt 150 Watt armaturer 100 % pådrag 170 W

Cos φ 0,99
 Effekt i anlegget 1945 W

Tap i anlegget enfase 95 W
 Tap i anlegget trefase 49 W

Effekt sett fra tennskap enfase 2040 W
 Effekt sett fra tennskap trefase 1994 W

Effekt 100 W armaturer 50 % pådrag 74 W
 Effekt 150 Watt armaturer 50 % pådrag 110 W

Cos φ 0,97
 Effekt i anlegget 1254 W

Tap i anlegget enfase 41 W
 Tap i anlegget trefase 21 W

Effekt sett fra tennskap enfase 1295 W
 Effekt sett fra tennskap trefase 1275 W

ENFASE

Gjennomsnittseffekt konvensjonelle armaturer 100 W 109 W
 Gjennomsnittseffekt konvensjonelle armaturer 150 W 153 W

Cos φ 0,93
 Effekt i anlegget 1814 W

Tap i anlegget enfase 70 W
 Effekt sett fra tennskap enfase 1884 W

TREFASE

Gjennomsnittseffekt konvensjonelle armaturer 100 W 112 W
 Gjennomsnittseffekt konvensjonelle armaturer 150 W 164 W

Cos φ 0,93
 Effekt i anlegget 1890 W

Tap i anlegget trefase 37 W
 Effekt sett fra tennskap trefase 1927 W

Fotocelledrift

	Enfase konvensjonell	Trefase konvensjonell	enfase elektronisk	Trefase elektronisk
Pådrag	100 %	100 %	100 %	100 %
Armatureffekt [W]	1814	1890	1945	1945
Tap i linjer [W]	70	37	95	49
Total effekt [W]	1884	1927	2040	1994
Antall timer [t]	4000	4000	4000	4000
Energi [kWh]	2093	2141	2266	2215
I forhold til 1f konv.		102,28 %	108,28 %	105,83 %

Astronomisk ur

	Enfase konvensjonell	Trefase konvensjonell	enfase elektronisk	Trefase elektronisk
Driftstid [t]	4024,6	2207,1	2040	1994
Driftstid 100 % [t]	2207,1	1817,6	1295	1275
Driftstid 50 % [t]	1884	1927	654	644
Total effekt 100 % [W]	1884	1927	1295	1275
Total effekt 50 % [W]	2106	2154	654	644
Energi 50 % [kWh]	2106	2154	1251	1222
Energi 100 % [kWh]	2106	2154	1904	1866
I forhold til 1f konv.	100,62 %	102,91 %	90,97 %	89,14 %

Vedlegg H

Loggfiler fra 30/5 og 31/5

