

Elritning, besiktning och belysningsplanering för en industrihall

André Sörhannus

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare: André Sörhannus
Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Elkraftsteknik
Handledare: Lars Enström

Titel: Elritning, besiktning och belysningsplanering för en industrihall

Datum 4.11.2018 Sidantal 28 Bilagor 6

Abstrakt

Syftet med detta examensarbete var att färdigställa all dokumentation gällande elinstallationen för en industrihall som ägs av företaget Ab Caraway Finland Oy. Detta examensarbete är gjort åt Oy Electroteam Närpes Ab och handlar om hur man gör upp en fullständig elritning och en besiktning av en elinstallation. Det tas också upp om lönsamheten hos LED-belysning jämfört med normal lysrörsbelysning och om fördelar och nackdelar hos dessa två typer av ljuskällor. Arbetet består av en praktisk del och en teoretisk del.

Det program som har använts för att göra upp elritningarna, centralritningarna och kretsschemana är CADS Planner Electric. För belysningsberäkningarna åt både den befintliga lysrörsbelysningen och LED-belysningen användes DIALux, med hjälp av detta program kunde man analysera de två olika typerna av ljuskällor. För att senare kunna jämföra lysrörsbelysningen med LED-belysningen användes Excel för att göra upp tabeller angående detta.

Slutresultatet för detta examensarbete blev elritningar åt industrihallen, samt en fullständig besiktning över dess elinstallation. Detta kommer att användas som dokumentation för industrihallen och kan vara till stor nytta ifall ändringar eller felsökningar skall göras åt självaste elinstallationen. Belysningsberäkningarna kan vara bra att ha ifall man t.ex. vill jämföra lysrörsbelysning och LED-belysning med varandra.

Språk: svenska Nyckelord: CADS, besiktning, belysning

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: André Sörhannus
Koulutus ja paikkakunta: Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja: Lars Enström

Nimike: Teollisuushallin sähköpiirustus, katsastus ja valosuunnittelu

Päivämäärä 4.11.2018

Sivumäärä 28

Liitteet 6

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli täydentää kaikki dokumentoinnit, jotka koskevat yrityksen Ab Caraway Finland Oy:n omistaman teollisuushallin sähköasennusta. Tämä opinnäytetyö on tehty Oy Electroteam Närpes Ab:lle ja käsittelee täydellisen sähkösuunnittelun tekemistä ja sähköasennuksen katsastusta. Otetaan myös esiin LED-valaistuksen kannattavuus verrattuna normaalien loisteputkien valaistukseen sekä näiden kahden valonlähdetyyppien edut ja haitat. Työ koostuu käytännön osuudesta ja teoreettisesta osuudesta.

CADS Planner Electricia on käytetty sähköpiirustuksien, keskuspiirustuksien ja piirikaavioiden tekemiseksi. Sekä nykyisten loisteputkien että LED-valaistuksen valaistuslaskelmat tehtiin käyttäen DIALuxia. Tämän ohjelman avulla analysoitiin kahta eri valonlähdetyyppiä. Exceliä käytettiin taulukoiden tekemiseen, jotta voidaan myöhemmin verrata loisteputkien valaistusta LED-valaistukseen.

Tämän opinnäytetyön lopputulos on valmiit teollisuushallin sähköpiirustukset, sekä teollisuushalliin tehdyn sähköasennuksen täydellinen katsastus. Nämä voidaan käyttää teollisuushallin dokumentointina ja ne voivat olla suureksi hyödyksi, jos muutoksia tai virheenetsintää tehdään hallin sähköasennukseen. Valaistuslaskelmista voidaan hyötyä, jos halutaan verrata loisteputkien valaistusta LED-valaistukseen.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: CADs, katsastus, valaistus

BACHELOR'S THESIS

Author: André Sörhannus
Degree Programme: Electrical engineering, Vaasa
Specialization: Electrical Power Engineering
Supervisor: Lars Enström

Title: Electrical drawing, inspection and lighting planning regarding an industrial building

Date November 4, 2018 Number of pages 28 Appendices 6

Abstract

The purpose of this thesis was to complete all documentation regarding the electrical installation for an industrial building, which is own by the company Ab Caraway Finland Oy. This thesis is made for Oy Electroteam Närpes Ab and are about how you make up a complete electrical drawing and inspection of an electrical installation. It also deals with the profitability of LED lighting compared to normal fluorescent lighting and the advantages and disadvantages of these two types of light sources. The work consists of a practical part and a theoretical part.

The program that has been used to make up the electrical drawings, central drawings and the circuit diagrams is CADS Planner Electric. For lighting calculations for both the existing fluorescent lighting and LED lighting, DIALux was used, with this program you could analyze the two different types of light sources. In order to later compare the fluorescent lighting with the LED lighting, Excel was used, to make tables.

The final result for this bachelor's thesis became electrical drawings for the industrial building, as well as a complete inspection of its electrical installation. This will be used as documentation for the industrial building and may be useful if changes or troubleshooting should be made for the actual electrical installation. The lighting calculations can be good if you for example want to compare fluorescent lighting and LED lighting with each other.

Language: swedish Key words: CADS, inspection, lighting

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Uppdragsgivare och beställare	1
1.2	Bakgrund	2
1.3	Projektet	2
2	CADS	3
2.1	El- och automationsplanering för industrin	3
2.2	Varför CADS används inom planeringsbranschen	4
2.3	Användning av CADS vid elplanering av industrihall	5
3	Besiktning av elinstallation	6
3.1	Besiktningssplan för byggplatsen.....	6
3.2	Ibruktagningskontrollens omfattning.....	7
3.3	Okulär inspektion.....	7
3.3.1	Kravenlighet gällande installationsmaterielen.....	7
3.3.2	Skydd mot elchock	8
3.3.3	Brandskydd.....	8
3.3.4	Val av ledningar med tanke på belastningsförmåga och tillåtet spänningsfall.....	8
3.3.5	Yttre påverkan	9
3.3.6	Val av skydds-, fränksiljnings- och kopplingsanordningar, samt identifiering av skydds- och neutralledare	9
3.3.7	Förekomst av varningsskyltar, ritningar eller motsvarande information	9
3.3.8	Lämplighet gällande ledarkopplingar och ledare	10
3.3.9	Utrymme gällande drift- och serviceåtgärder	10
3.4	Testning: funktionella prov och mätningar	10
3.4.1	Testning av skyddsledares, PEN- och potentialutjämningsledares kontinuitet	11
3.4.2	Mätning av isolationsresistansen i en elanläggning.....	11
3.4.3	Automatisk fränkoppling av matning	13
3.4.4	Funktionskontroll av jordfelsbrytaren och kontroll av rotationsriktningen	14
3.4.5	Funktionsprov och spänningsfall.....	14
3.4.6	Ibruktagningsbesiktningars dokumentering.....	15
3.4.7	Olika typer av mätare som elentreprenören behöver.....	16
3.4.8	Säkerheten gällande mätningar vid ibruktagningsbesiktningen.....	16
4	Belysning.....	17
4.1	Allmänt.....	17

4.2	Ljuskällor	18
4.2.1	Lysrör	18
4.2.2	LED-belysning.....	19
4.3	Effektberäkning av belysning gällande industrihallen	21
4.4	Att välja belysning.....	24
4.5	DIALux och ljusberäkningar.....	25
4.6	Energibesparing för belysning	25
5	Resultat	27
6	Diskussion.....	27
	Källförteckning.....	28

Bilageförteckning

Nr.	Innehåll	Sidantal
Bilaga 1	Situationsplan	1
Bilaga 2	Planritning hall + verkstad	2
Bilaga 3	Centralritningar + kretsscheman	8
Bilaga 4	Besiktningssprotokoll med tillhörande bilaga	5
Bilaga 5	Nuvarande belysning	6
Bilaga 6	LED-belysning	6

1 Inledning

Detta examensarbete kommer att handla om bland annat elritning/elplanering, besiktning av elinstallationer och även beräkningar angående belysningen i en industrihall. Industrihallen som detta är utfört på tar upp en yta på 932 m² och används som lagerhall för kummin. Arbetet innehåller en teoretisk del och en praktisk del. Den teoretiska delen handlar till största del om hur man utför en besiktning av en elinstallation och hur man fyller i ett besiktningsprotokoll, samt CADS, belysningsekonomi och belysningskalkyler. Den praktiska delen handlar om hur man ritat upp elinstallationsritningar, centralritningar och kretsscheman i CADS och själva utförandet av en elinstallations besiktning i praktiken. Dessutom har en kalkyl gjorts upp över hur länge det skulle ta innan det börjar löna sig ifall man skulle byta ut den befintliga lysrörsbelysningen i industrihallen mot LED-belysning.

1.1 Uppdragsgivare och beställare

Uppdragsgivaren är Oy Electroteam Närpes Ab som är en elinstallationsfirma belägen på industriområdet i Närpes. Elinstallationsfirman planerar och utför alla typer av el- och datanätverksinstallationer, men inriktar sig främst på växthusbelysningar. Företaget drivs av Bengt-Erik Österberg och Jonas Krook, varav Bengt-Erik Österberg fungerar som min handledare från företagets sida. Från Yrkeshögskolan Novias sida fungerar Lars Enström som min handledare.

Projektet är utfört åt företaget Ab Caraway Finland Oy, som vidareförädlar kummin från finländska kontraktsodlare. I takt med att kumminodlingen har utökats har företaget investerat i moderna maskiner och nya verksamhetsutrymmen, vilket i sin tur då har medfört att jag kan ta mig an utmaningen att utföra mitt examensarbete i en av deras industrihallar gällande elplanering.

1.2 Bakgrund

Jag har redan sedan tidigare både varit på praktik och sommarjobbat hos Electroteam i Närpes, så därför känner jag till stället och personalen sedan tidigare och hade därför inga problem med att få avlägga mitt examensarbete där. Jag frågade redan under sommaren 2017 om det skulle finnas möjlighet att få avlägga mitt examensarbete vid Electroteam och lite om vilka typer av arbeten det skulle finnas möjlighet till att få göra. I ett senare skede framkom det vilken typ av arbete jag skulle få göra och jag tackade ja till erbjudandet. Jag hade länge tänkt på att ett elplaneringsjobb skulle passa mig bra och därför var jag nöjd med det examensarbete jag fick.

1.3 Projektet

Projektet består av många olika delar och från dessa delar finns det bifogat olika typer av bilagor som visar vad som åstadkommit i examensarbetets praktiska delar. De huvudsakliga bilagorna som är bifogade i slutet av examensarbetet är:

- Situationsplan
- Planritning
- Centralritningar med tillhörande kretsscheman
- Besiktningssprotokoll
- Belysningsberäkningar gällande nuvarande belysning
- Belysningsberäkningar gällande LED-belysning

2 CADS

Kymdata Oy är det bolag som gjort produkten CADS Planner. Kymdata Oy är grundat 1979 och är ett finskt företag. Den första versionen av CADS utvecklades för över 30 år sedan av Kymdata. Under årens gång har programmet fått nya styrkor och egenskaper och man siktar på att frigöra tid till själva ingenjörsarbetet. CADS används inom flera olika områden som el- och automations-, hus- och VVS-planering. För att resultaten skall bli så bra som möjligt erbjuder Kymdata skräddarsydda lösningar åt sina kunder. En heltäckande programvaruhelhet för CAD-planering erbjuds och även tillhörande stödtjänster. Programvaran utvecklas kontinuerligt i samarbete med aktörer inom planeringsbranschen. I Finland är CADS ett av de mest använda planeringsprogram som används för tillfället. (CADS, 30.10.2018).

2.1 El- och automationsplanering för industrin

Inom industrin lämpar sig CADS Electric för en bred uppsättning av el- och automationsplaneringsbehov. Hit hör bland annat industriell elektrifiering, logik, planering av maskinautomation och instrumentering. Med CADS Electric kan man bland annat framställa flera olika typer av krets- och kopplingsscheman, centrallayouter, stationscheman, tabeller och kataloger på ett effektivt sätt. Med andra ord kan man säga att CADS Electric passar bra för industrins krävande behov.

Det finns en hel del som man kan göra med CADS när det gäller el- och automationsplanering inom industrin, de mest väsentliga sakerna finns listade här:

- Styrning av maskiner och apparater, t.ex. genom att rita smart och hantera kopplingsstycken och koder projekt- och ritningsspecifikt.
- Automationssystem och PLC-system.
- Instrumentering, t.ex. hantera processdata och instrumentkretsar för sådana apparater som har standardiserad tilläggsinformation.
- Elcentraler, elskåp och kapslingar. Både i 2D och 3D kan man framställa skåplayoutplaner.
- Fabrikslayouter där man t.ex. kan planera belysning, kabelförläggningssystem mm. i 2D eller 3D.
- Systemintegrationer, t.ex. kan man ansluta planeringssystemet som en del av andra datasystem tack vare CADS Electrics öppna gränssnitt.

- Informationshantering, dvs. planeringsinformationen kan hanteras centraliserat från olika branscher.
- Hantering av dokument, för hantering av ett projekts dokument är CADS DM ett bra verktyg åt CADS Electric.
(CADS, 30.10.2018).

2.2 Varför CADS används inom planeringsbranschen

Inom el- och automationsbranschen är CADS ett heltäckande planeringssystem och en programvaruhelhet. Man strävar till att arbetet skall kunna göras så effektivt som möjligt, därför försöker man anpassa programmet så bra som möjligt efter användaren. För att detta skall fungera försöker man förstå kundens planeringsmiljö och ha ett effektivt samarbete med branschens främsta aktörer. De som tagit fram och jobbar med utvecklingen av CADS har lång erfarenhet av kunder och ständig produktutveckling, vilket ger dagens kunder en effektiv planeringsmiljö.

En viktig del för planeraren är noggrannhet och tidsbesparing, detta sätter grunden för programvaruplaneringen för CADS-teamet. Man får mer tid över till själva planeringen då programvarans effektiva egenskaper utnyttjas på rätt sätt och då förbättras också planeringskvaliteten. Därför har man satt fokus på två viktiga saker, nämligen att försöka minska eventuella tidskrävande fel och att eliminera rutiner i arbetet. Om man är bekant med övriga CAD-program är det oftast relativt lätt att komma in i CADS, detta eftersom att funktionslogiken liknar. Det finns flera egenskaper som är specifikt utformade för el- och automationsplanerare.

Utvecklingen inom planeringsbranschen följs hela tiden upp av CADS-teamet och man försöker också hela tiden lyssna på kunderna, detta för att göra arbetet smidigare för kunderna och så att CADS-produkterna skall kunna vidareutvecklas. Man försöker också hela tiden hjälpa kunder vid olika typer av problemsituationer så att arbetet skall kunna skötas snabbare och effektivare, dessutom effektiveras då också arbetets produktivitet och konkurrenskraft. För att kunna uppnå detta gäller det att kunna förstå användarna och kunna samarbeta med dem.

När man börjar använda sig av planeringsprogrammet börjar samarbetet mellan programvaruleverantören CADS och kunden. Man försöker hela tiden satsa på samarbetet för att kunna uppnå en hög kundnöjdhet. Efter en lång tid av mjukvaruutveckling syns arbetet i planerarnas nöjdhet och förtroende, samt i de resultat som uppnås av kundernas arbete.

Under årens gång har kraven och verksamhetsmiljön gällande planering kraftigt förändrats. Därför har CADS anpassat sina program för internationella behov och följer också med utvecklingsstegen inom branschen för vidare utveckling av sina program. (CADS, 30.10.2018).

2.3 Användning av CADS vid elplanering av industrihall

Vid elplaneringen av industrihallen användes CADS som planeringsprogram. CADS valdes som planeringsprogram för projektet, eftersom det redan från tidigare var bekant från elplaneringskurser. Man ansåg också att programmet lämpade sig bra för det arbete som skulle utföras. De slutgiltiga ritningarna för projektet kan hittas i bilaga 2 och 3. Det var bra att man kunde göra både planritningen och centralritningarna med CADS.

Programmet har en hel del olika funktioner som kan användas när man gör elritningarna. För att komma fram till hur man använder sig av dessa funktioner användes bland annat Google och Youtube som hjälpmedel. Här kunde man hitta många bra tutorials över hur dessa fungerar och många andra bra hjälpmedel om det var någonting som man inte förstod sig på gällande programmet och elritningar överlag.

CADS fungerade bra som ritprogram för projektet. Slutresultatet av ritningarna blev bra. Skulle det i framtiden dyka upp något liknande projekt skulle troligtvis CADS väljas som planeringsprogram om det är möjligt. Detta eftersom att man nu börjat vänja sig med programmet allt mera och därför skulle projektet på så vis bli lättare att utföra. Eftersom programmet var på finska kunde det ibland vara lite svårt att förstå sig på betydelsen av allting, men i slutändan brukade man ändå komma fram till vad det var.

Hela utförandet av elritningarna gick till så att man till en början tog upp anteckningar på vanligt anteckningspapper, detta för att kunna minnas hur allting hänger ihop. Till först verkade detta relativt lätt men med tiden blev det allt mera utmanande att veta hur alla elkablar var dragna och vart allting gick. Uppgiften blev därför mera tidskrävande än vad man hade räknat med. Men när alla anteckningar var gjorda ritades detta upp i CADS. När ritningarna var klara granskades de vid Electroteam och några små ändringar gjordes innan de var helt färdiga.

3 Besiktning av elinstallation

En elanläggning måste besiktas för att kontrollera att anläggningen uppfyller gällande krav och därigenom är säker. Förutom okulär inspektion förutsätter en besiktning också mätningar och funktionella tester. Den som uppför elanläggningen utför också oftast ibruktagningsbesiktningen. I praktiken utförs oftast den okulära inspektionen under hela installationstiden, medan mätningar och tester brukar göras först i slutskedet av installationsarbetet (D1 2017, s. 342).

I detta fall saknades dokumentation gällande besiktning av elanläggningen. Det har utförts en ibruktagningsbesiktning för elanläggningen men eftersom dokumentation över detta saknades gjordes det en helt ny besiktning. Elanläggningen gicks igenom med hjälp av handledaren från Electroteam, först gjordes den okulära inspektionen och därefter utfördes mätningar och funktionella tester för att klargöra att elanläggningen uppfyller alla nödvändiga krav. Ett nytt besiktningsprotokoll över elanläggningen upprättades, se bilaga 4.

3.1 Besiktningsplan för byggplatsen

Det finns skäl till att göra upp en besiktningsplan för byggplatsen, så att besiktningen utförs på rätt sätt. Speciellt vid grundförbättrings- och ändringsarbeten framhävs besiktningsplanens roll. Det bör finnas tillräckligt med information om elanläggningen för den person som utför besiktningen. Vilket betyder att personen borde ha tillgång till sådana ritningar, tabeller och scheman, som ger uppgifter om:

- Ledningarnas förläggningstrutter, ledarareor och ledningstyper, jord- och potentialutjämningsledares placering och deras areor och anslutningsställen, avgreningspunkten för TN-S-systemet
- Centralers och förbrukningspunkters placering, startmetoder och märkströmmar för motorer
- Egenskaper för skyddsanordningar, kopplingsutrustningar osv. samt deras placering.

En tillräckligt yrkeskunnig yrkesperson inom elbranschen skall utföra besiktningen. På detta sätt säkerställs, att resultatet av kontrollen är pålitligt och att elarbetsskyddet inte riskeras under besiktningen. Ett protokoll över besiktningen uppgörs, som senare överläts till anläggningens innehavare. Om det framkommer några brister under besiktningen skall dessa

åtgärdas och besiktas igen, innan arbetet överläts. Förnyade besiktningar skall också dokumenteras (D1 2017, s. 342-343).

3.2 Ibruktagningskontrollens omfattning

På elanläggningar skall utföras en ibruktagningsbesiktning. I tillräcklig omfattning tas det vid besiktningen reda på om elanläggningen orsakar störningar eller fara, som avses i elsäkerhetslagen. Det finns noggrant definierat i standarden SFS 6000 del 6, gällande besiktningar i anslutning till elsäkerheten (D1 2017, s. 343).

3.3 Okulär inspektion

Den okulära inspektionen utförs före mätningar och görs vanligtvis i spänningslös anläggning. Under hela installationens byggtid brukar den okulära inspektionen utföras i praktiken, vilket medför att man brukar korrigera felen under arbetets gång eller senast före installationen tas i bruk. I detta fall gjordes den okulära besiktningen i efterhand eftersom installationen redan var klar när besiktningen utfördes (D1 2017, s. 343-344).

3.3.1 Kravenlighet gällande installationsmaterielen

Innan man påbörjar installationen av apparater skall man säkerställa att säkerhetskraven uppfylls på all elmateriel och den utrustning som skall installeras. För att detta skall konstateras kan man se efter så att det finns ett CE-märke på elmaterielen som skall installeras. På detta vis garanterar tillverkaren att de väsentliga kraven i lågspänningsdirektivet och EMC-direktivet uppfylls. Är man osäker på om elutrustningen uppfyller kraven, skall man höra av sig till elutrustningens leverantör och be om en utredning av kravenligheten.

Det skall finnas med installationsanvisningar för en del elutrustningar. Man skall följa dessa anvisningar när installationen utförs och bevara anvisningarna för ett senare behov. För denna installation finns anvisningar för olika typer av elutrustning bevarade i den så kallade "huvudcentralen" i industrihallen. Gällande elutrustningen skall man försäkra sig om att olika typer av egenskaper och märkvärden är lämpliga för installationen (D1 2017, s. 344).

3.3.2 Skydd mot elchock

Elutrustningens basskydd måste vara i skick för att skydd mot elchock i en normal brukssituation skall uppnås. Ledningarnas isolation ska vara i skick och kapslingarna hela. Beroende på utrymmet ifråga, skall man säkerställa att man använt godkända skyddsmetoder för felskyddet. Automatisk fränkoppling av matning är oftast det skydd som används på nybyggen, vilket kräver skyddsjordad elutrustning. Det krävs mätningar för att kontrollera att automatisk fränkoppling av matning uppnås (D1 2017, s. 344).

3.3.3 Brandskydd

Man måste kontrollera genom okulär inspektion att elutrusningen är placerad så att den inte orsakar farlig uppvärmning för övrig elutrustning i dess omgivning eller för sig själv. När det gäller värmeutvecklingen från t.ex. värmeelement, skall det säkerställas att avstånden uppfyller tillverkarens anvisningar. Klassen för installerade kablar måste dessutom också kontrolleras så att den är lämplig för utrymmet där de är installerade (D1 2017, s. 344-345).

3.3.4 Val av ledningar med tanke på belastningsförmåga och tillåtet spänningsfall

Genom okulär inspektion av ledningarnas planerliga ledarareor och förläggningssätt i installationen, kan man kontrollera att dimensioneringen av ledningarna är tillräcklig med tanke på dess belastning. Förläggningstrutten får inte avvika från planeringen under installationsskedet, eftersom det då kan hända att ledningarnas belastningsförmåga överskrids. Detta togs i beaktande när uppritningen av elanläggningen utfördes, trots att det var aningen komplicerat ibland att veta hur alla ledningar gick. När det var fråga om ett sådant objekt där vidare planering/dokumentation saknades, kontrollerades det att ledarna och skyddsanordningarna var dimensionerade enligt kraven.

När det gäller spänningsfall finns det inga specifika krav, men enligt rekommendationerna borde det mellan en elanläggnings anslutningspunkt och en bruksapparat vara högst 3 % när det gäller belysningsgrupper och högst 5 % gällande övriga bruksobjekt, detta av elanläggningens nominella spänning. Eftersom det inte finns några specifika krav angående spänningsfall så utfördes ingen mätning av detta i besiktningen (D1 2017, s. 345).

3.3.5 Yttre påverkan

Några viktiga faktorer som inverkar på valet av elutrustning är temperatur, fukt, förekomsten av damm, krav i anslutning till störningsskyddet och mekanisk skadeverkan. Den elutrustning som är installerad i industrihallen inspekterades okulärt så den är lämplig för just denna typ av utrymme. Beroende på förekomsten av fukt och damm, samt av explosionsfara eller brandfara, bestäms kraven av kapslingsklass. Det är även viktigt att iaktta de yttre förhållandena vid val av ledningar. Med tanke på förekommande störningar bör elutrustningens störningstålighet vara tillräckligt hög. Som exempel kan tas en frekvensomriktare, då denna tas i bruk bör installationsomgivningen vara lämplig för denna typ av anordning. Gällande denna installation kontrollerades en befintlig frekvensomriktare okulärt så att allting såg bra ut där den befann sig (D1 2017, s. 346).

3.3.6 Val av skydds-, frånskiljnings- och kopplingsanordningar, samt identifiering av skydds- och neutralledare

I centralerna kontrollerade man att skyddsanordningarna hade lämpliga egenskaper för just denna typ av elanläggning. Det kontrollerades också att skyddsanordningarna var rätt inställda och att allting såg bra ut där de befann sig.

Vid inspektion konstaterade man att nödvändiga kopplings- och frånskiljningsanordningar fanns för elutrustningen. När det gäller matningsledningar för maskiner skall det också finnas frånskiljare för matningen.

När det gäller identifiering av neutral- och skyddsledare inspekteras ledarnas identifieringsfärger så att de motsvarar kraven och att nödvändiga märkningar finns i kopplingsutrymmena. Det är oftast lättast att göra detta när installationsarbete pågår, men här kontrollerades detta först i samband med besiktningen i efterhand. Skydds- och neutralledare identifierades (D1 2017, s. 347).

3.3.7 Förekomst av varningsskyltar, ritningar eller motsvarande information

Det är viktigt att ritningar över installationen uppdateras beträffande installationens underhåll. Fördelningscentralens huvudschema samt planritning av elinstallationen bör finnas med i dokumentationen. Fördelningscentralens kopplingar med lednings- och kretsscheman bör oftast också finnas med. Det måste även finnas klart synliga varningsskyltar över nödvändiga saker i installationen. Alla nödvändiga beteckningar skall vara på sin plats och olika typer av märkningar skall motsvara verkligheten när installationen

är klar. Med hjälp av märkningarna får man fram vilken strömkrets skyddsanordningen tillhör och även märkvärdena för skyddsanordningen. Det är också viktigt att centralerna har tillräckligt med märkningar, så att skyddsanordningar och strömkretsar skall gå att identifiera på ett förståeligt sätt. Allt detta kollades upp under själva ibruktagningsbesiktningen och både planritning och centralritningar gjordes för elanläggningen till industrihallen (D1 2017, s. 348).

3.3.8 Lämplighet gällande ledarkopplingar och ledare

Lämpliga anslutningsklämmor för ledartypen och ifrågavarande utrustning skall användas när man gör olika typer av kopplingar. Genom okulär inspektion skall man kontrollera detta innan man sluter dosor och kapslingar. Det är också viktigt att kopplingar är på sådana ställen så att de kan nås för service, testning eller inspektion. Kontroll av behövliga skydds- och potentialutjämningsledare samt att deras ledareareor är kravenliga utfördes för elanläggningen (D1 2017, s. 348-349).

3.3.9 Utrymme gällande drift- och serviceåtgärder

Eftersom nödvändiga drift- och serviceåtgärder skall kunna utföras på ett säkert och tryggt sätt, krävs det att man redan vid installationskedet tänker på hur man placerar elutrustningen. Det bör t.ex. finnas ett tillräckligt stort utrymme framför olika typer av fördelningscentraler, så att service av dessa skall gå att utföras på ett smidigt sätt. Detta konstaterades också vara i skick i anläggningen (D1 2017, s. 349).

3.4 Testning: funktionella prov och mätningar

Den okulära inspektionen kompletteras med mätning. Med mätning kan man säkerställa att bland annat skyddssystem fungerar som de ska. Man skall också se till att spänning inte förekommer i t.ex. skyddskontakter i skyddsjordade uttag eller i de potentialutjämnade delarna. Innan man utför testning av installationen skall den del av installationen som skall testas vara helt färdig. Det är synnerligen viktigt att man ur mätningarnas synpunkt kan tolka de uppmätta testresultaten rätt. Detta så att man utifrån besiktningsprotokollet, skall kunna se att mätresultaten är kravenliga. Dessa krav uppfylldes när besiktningsprotokollet ifylldes för ifrågavarande installation (D1 2017, s. 349).

3.4.1 Testning av skyddsledares, PEN- och potentialutjämningsledares kontinuitet

Vid testning av kontinuitet tar man reda på att skyddsledarna inte har något avbrott på hela sin längd, vilket då betyder att förbindningar har gjorts på rätt sätt. Installationen skall vara spänningslös vid testning av kontinuiteten. Skyddsledarens resistans mäts mellan en utsatt del och den punkt som är närmast och förbunden med huvudpotentialutjämningsledningen. Det är viktigt att mätningen utförs skilt för varje elutrustning och att varje skyddsledarförbindelse mäts. Något exakt gränsvärde har inte angivits för ett acceptabelt mätresultat. Med hjälp av det uppskattade värdet för ledarearean och längden av ledaren som mäts, skall man jämföra testresultat. Dessa värden borde inte avvika avsevärt från varandra och skulle det vara så att de skulle göra det måste anledningen till detta utredas. Normalt sett får resistansvärdet vara högst cirka 1 ohm. Värdet kan vara större ifall skyddsledarna är långa. Utgående från mätningen av kontinuiteten som utfördes för industrihallen hamnade största resistansen på 0,7 ohm, mätt i ett uttag.

När testen skall utföras kan man börja från installationens huvudpotentialutjämningskrena och övergå därifrån radiellt till centralmässig provning. Man skall säkerställa att man under mätningen mäter självaste skyddsledaren. Utförandet av detta kan göras genom att frigöra neutralledaren från skyddsledarkretsen när man gör mätningen. Konstaterar man att PE- och N-kretsarna är sammanbundna i ett TN-S-system vid isolationsresistansmätningen, skall kontinuiteten provas igen efter att felet korrigerats. Skyddsledarna bör normalt sett inte lösgöras från sina kopplingspunkter vid kontinuitetsmätning. I ibruktagningsprotokollet bör det finnas med skyddsledarens kontinuitet centralområdesvis, för att man skall kunna se att kraven uppfylls. I protokollet behöver ej individuella mätningar finnas med (D1 2017, s. 350-351).

3.4.2 Mätning av isolationsresistansen i en elanläggning

Faserna och neutralledaren bör vara tillräckligt isolerade från jord. För att kontrollera detta utfördes mätning av elinstallationens isolationsresistans. Isolationsresistansen mäts med en provanordning i spänningslös installation. Normalt sett utförs mätningen innan installationen tas i bruk och då behöver inte bruksföremålen vara anslutna till nätet. I detta fall när installationen redan var ibruktagen men saknade dokumentation, så utfördes mätningen av installationsresistansen i efterhand.

Normalt brukar mätningen utföras i huvudcentralen. I princip räcker det att utföra mätningen i endast en punkt i den färdiga installationen, men man brukar ändå utföra mätningen centralvis för olika områden av installationen. Detta beror främst på om man vill ta en del av installationen i drift före hela installationen är färdig. Mekaniska strömställare som t.ex. gruppleddningars automatsäkringar och fördelningscentralers huvudströmställare skall vara i 1-läget, samt gruppleddningarnas smältskydd på sina platser, när mätningen utförs för att täcka hela installationen eller den del av installationen vilken mätningen är avsedd för. Ifall installationen innehåller någon kontaktor eller dylik anordning som frånskiljer strömkretsen allpoligt från mätkretsen, skall man efter den punkten där den är frånskild mäta kretsen.

Strömkretsarna uppdelas i mindre grupper och mäts separat, om det skulle vara så att isolationsresistansvärdet som uppmäts skulle vara lägre än det tillåtna värdet. Skulle det vara så att värdet ännu inte skulle vara rimligt, måste man dela upp det ännu mer och mäta varje ledning från centralen separat. Uppnås inte ett acceptabelt värde måste man utreda detta och åtgärda felet. Efter det utförs isolationsresistansmätningen på nytt. Är det så att mätresultatet kan påverkas av överspänningsskydden eller eventuellt skadas under mätningen, måste de före mätningen utförs fränkopplas.

Mätningen av isolationsresistansen utfördes på följande vis:

1. Spänningen kopplades bort från anläggningen
2. Neutralledaren kontrollerades, så att spänningsförande anläggningar inte hade förbundits till den
3. Det kontrollerades att installationen var spänningslös
4. Det säkerställdes att säkringarna var på plats och att mätområdets befintliga strömställare var slutna för stigarledningar.
5. N-PE-förbindningen lösgjordes
6. Mätningen utfördes
7. Installationen återställdes till funktionsskick som den var tidigare

Mätresultatet visade $>500 \text{ M}\Omega$ enligt testutrustningen som användes för objektet. Vilket konstaterades vara kravenligt för denna installation (D1 2017, s. 351-353).

3.4.3 Automatisk frånkoppling av matning

Felskyddets krav uppfylls när:

- Det inom en krävd tid automatiskt frånkopplar farlig beröringsspänning, som är orsakad av ett fel
- eller
- När beröringsspänningen som orsakas av felet är tillräckligt låg och anses ligga på ett ofarligt värde

Den automatiska frånkopplingen av matningens funktion måste kontrolleras för att man skall kunna säkerställa att felskyddet fungerar. Genom att göra en mätning mellan fasledaren och skyddsledaren av den minsta kortslutningsströmmen vid ett fel, kan detta kontrolleras. Detta går också att göra med hjälp av beräkningar i planeringsskedet (val av ledningslängder och skyddsutrustning) för att senare kunna jämföra att installationen överensstämmer med beräkningarna. Gällande denna installation utfördes funktionsprovet av automatisk frånkoppling av matning endast med hjälp av mätning. Detta eftersom installationen av elanläggningen redan var klar och därför lämpade det sig bäst att utföra detta med denna metod. Resultatet av mätningen blev:

- Central: för 100 A greppsäkringar blev kortslutningsströmmen 460 A och slingimpedansen $0,5 \Omega$
- Oförmånligaste punkten (0,4 s): för C16 dvärgbrytare blev kortslutningsströmmen 244 A och slingimpedansen $0,94 \Omega$

Dessa värden som har erhållits med mätning av kortslutningsströmmen och slingimpedansen anses vara i enlighet med kraven i standarden. Felskyddet har även verkställts med jordfelsbrytare.

Felkretsens impedans måste mätas, om det vid utökning av gamla installationer inte finns några beräkningar att tillgå. En s.k. slingresistansmätare används vid utförandet av mätningen. Mätningen utförs i en gruppledning i den punkt som är mest avlägsen. Gruppledningens kortslutningsström kan alternativt mätas. För att skyddet skall utlösas tillräckligt snabbt måste man efter mätningen se till så att kortslutningsströmmen är tillräckligt stor. Det värde som fås vid mätning skall vara 25 % större än det som krävs, detta

eftersom mätningen normalt sätt utförs i rumstemperatur med obelastade ledare. På det här viset är de uppmätta värdena och beräknade värden jämförbara (D1 2017, s. 356-357).

3.4.4 Funktionskontroll av jordfelsbrytaren och kontroll av rotationsriktningen

Funktionen hos en jordfelsbrytare går att kontrollera med att först trycka på dess testknapp. Efter det provar man så att utlösningsströmmen för jordfelsbrytaren inte överskrider märkutlösningsströmmen för anordningen. Av de flera mätningsmetoder som finns är den mest rekommenderade metoden att med hjälp av stigande felström mäta jordfelsbrytarens verkliga utlösningsström. Man kan också utföra testningen med en testström i samma storlek som jordfelsbrytarens märkutlösningsström. Normalt testas jordfelsbrytaren med sinusformad växelström. Jordfelsbrytarens utlösningsström får då inte överstiga märkutlösningsströmmen. Utlösningströmmen kan vara större än jordfelsbrytarens märkutlösningström endast ifall testströmmen är pulserande likström. I vissa fall är det ett krav att jordfelsbrytarens utlösningstid mäts, därför lönar det sig att alla gånger mäta utlösningstiden för jordfelsbrytaren.

Alla gånger som man utför en ibruktagningsbesiktning skall man genom mätning kontrollera rotationsriktningen i nätet. I denna besiktning utfördes denna mätning i centralerna och konstaterades då vara rätt (D1 2017, s. 357-358).

3.4.5 Funktionsprov och spänningsfall

Beroende på hur komplex elinstallationen är, baserar sig omfattningen av funktionsprovet. Provningen planeras normalt på förhand för att se till så att proven är tillräckligt täckande. Hela funktionskedjan av reläer, förreglingsanordningar, skyddsanordningar osv. blir kontrollerade när provningen utförs.

Normalt behöver man inte kontrollera spänningsfallet vid ibruktagningsbesiktningar, detta eftersom det enligt standarden inte riktigt finns något särskilt krav gällande tillåtet spänningsfall. Vill man ändå ta reda på spänningsfallet kan detta utföras antingen genom mätning eller beräkning. I denna ibruktagningsbesiktning utfördes ingen kontroll av spänningsfall (D1 2017, s. 358).

3.4.6 Ibruktagningsbesiktningars dokumentering

Ett besiktningssprotokoll över ibruktagningsbesiktningen skall göras upp för innehavaren av elinstallationen. De olika saker som bör ingå i protokollet är:

- Identifieringsuppgifter för objektet
- Utredning av att förordningar och föreskrifter överensstämmer med elinstallationen
- Vilka typer av besiktningssmetoder som har använts
- Resultat från tester och okulär inspektion

Följande uppgifter gällande mätningar rekommenderas att man antecknar i besiktningssprotokollet:

- Isolationsresistansers mätresultat
- Slingimpedansers mätresultat, mätningar sker normalt i den ogynnsammaste punkten centralområdesvis
- Jordfelsbrytares mätresultat
- Att kraven uppfylldes vid kontinuitetsmätningar centralvis
- Att man centralvis säkerställt rotationsriktningen

Besiktningssprotokollet skall signeras eller på annat tillförlitligt sätt styrkas av den som utför kontrollen. Det skall också antecknas kontaktuppgifter för ledaren av elarbetet i besiktningssprotokollet. Olika besiktningssprotokoll krävs för olika installationer beroende på dess omfattning. Nödvändig information bör framgå i besiktningssprotokollet, annars finns det inga specifika krav på formen av ett besiktningssprotokoll. En skriftlig utredning gällande uppfyllandet av väsentliga säkerhetskrav krävs ifall man avviker från kraven i SFS 6000 standarden, detta innan byggandet och reparationen av elanläggningen börjar.

Det finns bifogat som bilaga ett besiktningssprotokoll gällande installationen för industrihallen (D1 2017, s. 358-359).

3.4.7 Olika typer av mätare som elentreprenören behöver

Sådan utrustning som behövs för att utföra krävda tester bör antingen den som utför certifieringsbesiktningen eller elentreprenören ha till sitt förfogande. Elentreprenören meddelar vilken typ av mät- och provutrustning som funnits till förfogande i verksamhetsanmälan som görs till elsäkerhetsmyndigheten (TUKES). Nödvändiga mätinstrument som nämns i anmälingens ifyllningsanvisning är: universalmätare, tångamperemätare, fasföljdsindikerare, isolationsresistansmätare, spänningsprovare, lämplig utrustning för kontroll av skyddsledarkretsens skick och för bestämning av kortslutningsströmmen (D1 2017, s. 360).

3.4.8 Säkerheten gällande mätningar vid ibruktagningsbesiktningen

Endast yrkespersoner inom elbranschen får utföra mätningar vid ibruktagningsbesiktningar, enligt standarden för säkerhet vid elarbeten. En elsäkerhetsansvarig person skall utses för mätningstillfällena, medan mätningar pågår ansvarar denna person för elsäkerheten. Är det endast en person som utför mätningen, ansvarar personen själv naturligtvis för elsäkerheten under mätningen. Följande saker skall den säkerhetsansvariga personen säkerställa innan mätningar utförs:

- Se till så att den anläggning som skall göras spänningslös, verkligen är spänningslös när den skall vara det
- Att man vid mätningen använder säkra och trygga mätanordningar
- Förhindrar tillkoppling av spänning till mätobjektet
- Elimineras faran att det skall gå att vidröra spänningsförande delar
- Att mätningen inte orsakar fara för övriga personer
- Att kortslutning eller jordslutning inte orsakas med mätledare

Tillräckligt med instruktioner och råd gällande användning av mätutrustning, skall ges åt de personer som utför mätningen, speciellt om detta utförs i spänningsförande anläggningar. Beträffande säkerheten när ibruktagningsbesiktningen utfördes för industrihallen följdes samtliga krav och besiktningen utfördes på ett säkert sätt tillsammans med min handledare från Electroteam (D1 2017, s. 360).

4 Belysning

Det har utförts beräkningar gällande den befintliga belysningen bestående av armaturer med lysrör för industrihallen samt om denna belysning skulle bytas ut till LED-belysning. Det program som har använts gällande beräkningarna är DIALux, vilket är ett beräkningsprogram för belysningsplanering. Dessutom har det gjorts upp en kalkyl över kostnader och energiåtgång, gällande den vanliga lysrörsbelysningen och LED-belysning.

4.1 Allmänt

Belysningen är idag ofrånkomlig i de flesta byggnader, detta eftersom den är nödvändig under dygnets och årets mörkare stunder. På en arbetsplats skall belysningen vara bra, vilket betyder att den både måste fungera som ett funktionellt arbetsljus och att den ger en behaglig rumsupplevelse för människor att vistas i, detta för att arbetsförhållandena skall kunna vara så bra som möjliga. Det sker i dagens läge ständig utveckling gällande tekniken att alstra ljus. En av de vanligaste ljuskällorna i dag är lysrör men det sker för tillfället mycket forskning och utveckling inom LED-tekniken, detta eftersom LED-belysning antagligen kommer att börja användas i mycket större utsträckning än den görs idag. Varför vi ännu inte idag använder oss av LED-belysning i större utsträckning är på grund av att vi ännu inte har tillräckligt med kunskap och saknar tillräcklig erfarenhet inom området. En annan orsak är också att priset på LED-belysning i dagens läge är relativt högt men ändå är på väg neråt i takt med att tekniken utvecklas och nya idéer angående belysningens utformning uppträder.

Det finns en hel del att tänka på vid planering och installation av belysning. T.ex. skall man ta reda på vilken ljuskälla och armatur som passar bäst med tanke på dess omgivning. Olika grundprinciper som passar bäst för belysning både inomhus och utomhus. Automatisk styrning av belysningen är också en viktig del. Slutresultatet påverkas mycket mera desto mera insatt man är inom belysningsområdet och de praktiska faktorerna spelar en stor roll i planeringsskedet (Hårshammar, D. (2013)) (ljuskultur).

4.2 Ljuskällor

Ett lysrör eller en glödlampa är det som vi normalt sätt kallar en ljuskälla. Vissa ljuskällor kräver ett driftdon för att fungera, eftersom de inte fungerar med direkt nätspänning. Det finns inte någon ljuskälla som passar till allt, därför finns det många olika ljuskällor med olika egenskaper att välja mellan. När det gäller val av ljuskälla finns det många faktorer att tänka på, bland annat hur ljuset fördelas av armaturen eller hur dagsljuset inverkar på belysningen osv. Det finns 6 huvudsakliga egenskaper hos olika typer av ljuskällor som gör att de skiljs åt och dessa är: färgåtergivning, ljusutbyte, temperaturlåghet, färgtålighet, flimmer och livslängd/ljusnedgång/underhåll. Olika typer av ljuskällor har olika energiklasser som de är indelade i, klasserna går från A++ till G enligt EEL (Energy Efficiency Label). Det är mycket viktigt att välja ljuskällor med så bra energiklass som möjligt för att få en anläggning som är energieffektiv. Detta påverkar både den egna ekonomin för den som har anläggningen och miljön (ljuskultur).

Det är främst fråga om två olika typer av ljuskällor gällande denna industrihall. Den befintliga belysningen som är lysrör och den ljuskälla som blir allt vanligare idag, nämligen LED-belysning. Därför har man jämfört dessa två olika ljuskällor och tagit fram både fördelar och nackdelar gällande dessa två.

4.2.1 Lysrör

Idag är lysrör en av de vanligaste ljuskällor som används inomhus för t.ex. arbetsplatser. Detta beror till största del på energieffektiviteten hos ljuskällan, speciellt om HF-don används tillsammans med den. Om lysrör används tillsammans med ett magnetiskt driftdon, uppstår det alltid förluster eftersom driftdonet utvecklar värme. Som exempel kan vi då t.ex. ta ett 36 watts lysrör som tillsammans med driftdonet använder cirka 45 W i elektrisk effekt. En liten nackdel med lysrör kan också vara att dess längd kan begränsa armaturdesignen till en viss del. Fördelarna kan vara t.ex. att lysrör är enkla att ljusreglera, har bra färgåtergivning, brett urval gällande färgtemperaturer, effekter, samt att vissa modeller kan ha relativt långa livslängder. Innan ett lysrör ger fullgod ljuskvalitet, måste det brännas in cirka 100 h på full effekt. När det gäller återvinning av dessa ljuskällor så skall de lämnas in till anvisade ställen eftersom de kan innehålla en liten mängd kvicksilver.

4.2.2 LED-belysning

Dagens LED-belysning består av lysdioder, som i sin tur består av halvledarmaterial som avger fotoner inom det synliga ljusspektret, spektrumet är oftast väldigt smalt. För att vitt ljus skall bildas används blåa lysdioder som har hög energi och efter det passerar ljuset ett fosforlager.

Energieffektiviteten hos LED-belysning ligger ungefär på samma nivå som de bästa lysrören, dessutom förbättras den också hela tiden. LED-belysning är också bra ersättare för glödlampan, detta eftersom den omedelbart ger maximal ljusstyrka. Ljuskällan blir som alla andra ljuskällor varm och kräver därför bra kylning, men den är inte lika känslig för höga och låga omgivande temperaturer som vissa andra ljuskällor kan vara.

Det finns i dagens läge en mängd olika varianter av LED-belysning. Det finns till och med LED-belysning som ser ut som vanliga glödlampor och som då passar i vanliga socklar. Det sker snabb utveckling inom LED-tekniken och man börjar allt mera ersätta lysrörslampor med LED-lampor. LED-lysrören består av lysdioder monterade på rad som utstrålar ljus genom antingen ett klart eller matt hölje från röret. De två vanligaste sätten att byta från vanlig lysrörsbelysning till LED-belysning är att antingen byta ut hela armaturer eller att endast byta självaste lysrören. När det endast gäller att byta ut lysrören måste man vara noggrann med att undersöka och utreda så att detta inte börjar strida mot reglerna för CE-märkningen för armaturerna.

Ljusspridningen för LED-rören brukar normalt ligga på cirka 120 grader, vilket gör att ljuset och energin utnyttjas bättre än för vanliga lysrör. Olika typer av armaturer kan ha reflektorer som gör att ljuset utnyttjas relativt bra för vanliga lysrör, men detta gäller endast så länge reflektorn hålls ren. Därför brukar man räkna med att LED-rörens ljusflöde räknas som tillräckligt, trots att det kan vara mindre än hos motsvarande vanliga lysrör (Hårshammar, D. (2013)) (ljuskultur).

Utgående från beräkningarna i DIALux kan man mycket väl se att ljusspridningen är mycket jämnare hos LED-armaturen än hos lysrörsarmaturen. Men ljusflödet (i lumen) kan man se att är lägre hos LED-armaturen jämfört med lysrörsarmaturen, när man ser på bilderna där armaturerna är utplacerade på sina rätta platser i de bifogade bilagorna. Detta beror väl till största del på att LED-armaturen endast har ett LED-lysrör medan den vanliga lysrörsarmaturen har 2 lysrör. Eftersom det inte fanns så riktigt stort utbud på LED-armaturer i ENSTOs databas för belysningsarmaturer så ansågs just denna LED-armatur som finns i

de bifogade bilagorna att vara närmast jämförbar till den vanliga lysrörsarmaturen som finns installerad i industrihallen (denna finns också i bilagorna).

Tabell 1. Beskrivning av olika typer av ljuskällor

Lamptyp	Vanliga benämningar	Verkningsgrad*, lm/W	Livslängd** tim	Återstart	Särskilda egenskaper
Glödlampa		5 – 30	750 – 4 000	Direkt	Alltid dimbar
Halogenlampa		12 – 25	2 000 – 6 000	Direkt	Alltid dimbar
Lysrörlampa ("Lågenergilampa")	CFL	50 – 80	6 000 – 12 000	Direkt	Generellt dåligt anpassad till låga omgivningstemperaturer
T5 lysrör	T16	88 – 108	17 000	Direkt	Främst anpassad till inomhus-temperaturer (>20 °C).
T8 lysrör	T26	75 – 98	7 500 – 20 000	Direkt	
Metallhalogen	MH	60 – 80	5 000 – 20 000	1 - 3 min.	
Keramisk metallhalogen	CDM	60 – 80	20 000	1 - 3 min.	
Högtrycksnatrium	HPS, SON	50 – 140	15 000 – 24 000	3 - 5 min.	Hög effektivitet men dålig färgåtergivning. Finns även varianter med ett vitare ljus som dock även innebär något sämre ljusutbyte.
Kvicksilverlampa	HG	25 – 60	16 000 – 24 000	1 - 15 min.	
LED		4 – 150	35 000 – 60 000	Direkt	
Induktionsbelysning	LVD	50 – 90	60 000 – 100 000	Direkt	

* för ljuskällan, ej inräknat eventuellt driftdon

** då 50 % av lamporna fortfarande lyser.

(Hårshammar, D. (2013))

Tabellen ovan beskriver några av de vanligaste ljuskällorna. Beroende på storlek, modell och fabrikat på ljuskällan bör uppgifterna om livslängd och verkningsgrad anges inom vissa intervall, detta eftersom att värdena kan variera. Det finns även andra faktorer som kan påverka livslängden, som t.ex. antalet tändningar (Hårshammar, D. (2013)).

4.3 Effektberäkning av belysning gällande industrihallen

En undersökning gällande belysningen för industrihallen har gjorts. Det som har undersökts är hur länge det skulle ta innan det skulle lönsas med LED-belysning i industrihallen jämfört med den redan installerade belysningen som består av vanliga lysrörsarmaturer. Information om den befintliga belysningen finns listat här:

Ensto AM249A-N, armatur med 2x49 W lysrör (T5).

Den installerade effekten per armatur med driftdon inräknat ligger på 105 W per armatur, enligt Enstos produktspecifikation.

Drifttiden uppskattades till cirka 8 timmar per dygn.

Antalet armaturer som finns installerade i industrihallen är 45 stycken.

Antalet arbetsdagar på ett år är i genomsnitt 226 stycken enligt Meijerialan Ammatilaiset MVL ry. Man räknar då med att belysningen är tänd dessa dagar.

Vasa Elektriskas grundavgift för allmän el med huvudsäkringar 3 x 80-100 A ligger på 36,52 €/månad, dvs. 438,20 €/år. Energi och överföringsavgiften för allmän el ligger på 11,20 cent/kWh (01.08.2018)

Beräkning:

$$105 \text{ W} \times 8 \text{ h/dygn} = 840 \text{ Wh} = 0,84 \text{ kWh/dygn}$$

$$45 \text{ armaturer} \times 0,84 \text{ kWh/dygn} = 37,8 \text{ kWh/dygn för alla armaturer}$$

$$226 \text{ arbetsdagar} \times 37,8 \text{ kWh/dygn} = 8 542,8 \text{ kWh/år}$$

$$8 542,8 \text{ kWh/år} \times 11,20 \text{ cent/kWh} = 956,80 \text{ €/år} + 438,20 \text{ €/år (grundavgift)} = 1395 \text{ €/år}$$

Energikostnaden för den befintliga belysningen hamnar på 1395 € per år.

Information angående LED-belysningen finns listat här:

Ensto ERPL254C armatur med 1 x 58 W LED rör

Den installerade effekten per armatur ligger på 58 W per armatur, enligt Enstos produktspecifikation.

Den övriga informationen kan tas från föregående sida gällande mängd, tid och pris.

Beräkning:

$$58 \text{ W} \times 8 \text{ h/dygn} = 464 \text{ Wh/dygn} = 0,464 \text{ kWh/dygn}$$

$$45 \text{ armaturer} \times 0,464 \text{ kWh/dygn} = 20,88 \text{ kWh/dygn för alla armaturer}$$

$$226 \text{ arbetsdagar} \times 20,88 \text{ kWh/dygn} = 4\,718,88 \text{ kWh/år}$$

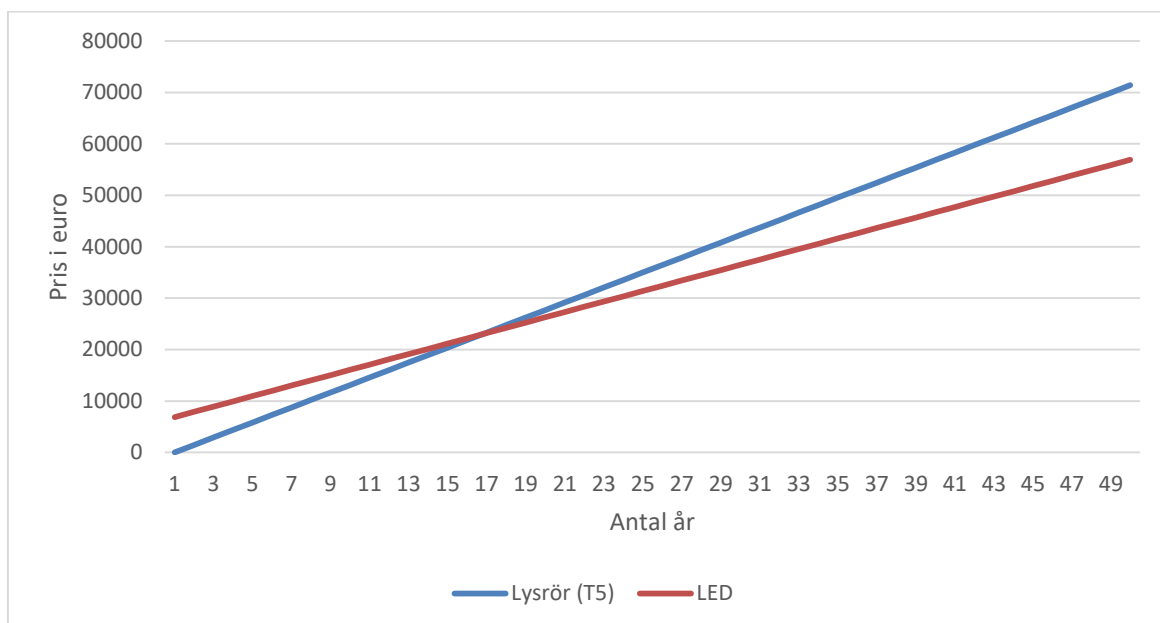
$$4\,718,88 \text{ kWh/år} \times 11,20 \text{ cent/kWh} = 528,50 \text{ €/år} + 438,20 \text{ €/år (grundavgift)} = 966,70 \text{ €/år}$$

Energikostnaden för LED-belysningen hamnar på 966,70 € per år.

Ifall man skulle byta ut den befintliga belysningen i industrihallen mot denna typ av LED-belysning så skulle kostnader för självaste LED-armaturerna + arbetskostnader tillkomma. Dessa kostnader räknade man skulle uppgå till cirka 6 880 €. Men man måste även räkna med att de vanliga lysrören har en livslängd på cirka 17 000 h (T5), medan LED-lysrören har en livslängd på cirka 35 000 – 60 000 h, men man räknar med 60 000 h eftersom värdena ur tabell 1 är några år gamla. Installationskostnader vid byte av ljuskällor räknades ut och fördelades jämt på åren.

Alla vanliga lysrör (T5) för anläggningen kostar 290 € och arbetet att byta dessa uppskattades till 296 €. Det vill säga att slutsumman här hamnar på 586 € som fördelas jämt på de 17 000 h och fortsätter efter det på samma vis. Samma sak gäller för LED-belysningen, bara med den skillnaden att här kostar LED-lysrören 1500 € för anläggningen, men har då en livslängd på 60 000 h. Det vill säga att slutsumman här hamnar på 1796 € som fördelas jämt på de 60 000 h och fortsätter efter det på samma vis. Serviceavgiften för de vanliga lysrören uppgår då till 62,30 €/år, medan det för LED-lysrören blir 54,10 €/år.

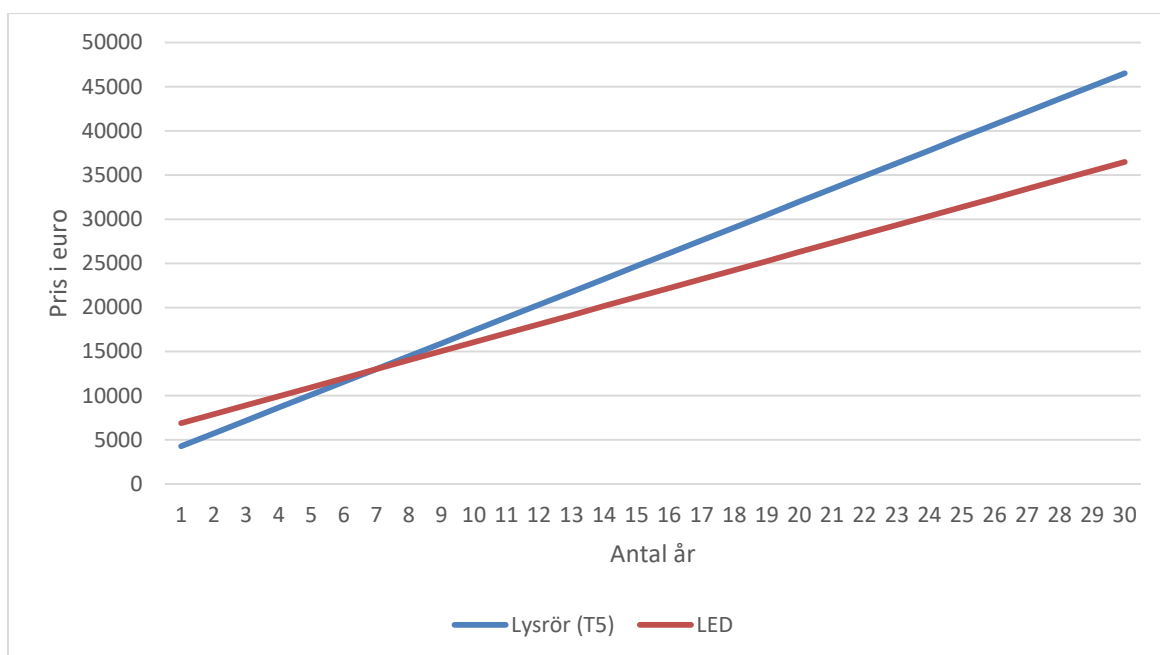
En graf (Figur 1) angående hur länge det skulle ta innan detta skulle börja löna sig ritades upp:



Figur 1. Graf över om nuvarande belysning skulle bytas ut till LED-belysning i industrihallen.

Som man kan se utgående från figur 1 så tar det cirka 16 år innan detta börjar löna sig. Eftersom det tar så lång tid innan det blir lönsamt, att byta ut den befintliga belysningen mot LED-belysning så kommer det inte på fråga att i dagens läge utföra detta. Den största orsaken är att installationskostnaderna för LED-belysningen blir så dyr, när den nuvarande belysningen i sådana fall skall bytas ut.

Ifall det skulle vara fråga om en helt ny industrihall och att man skulle få välja vilken av dessa två typer av belysning som skall installeras i hallen, så skulle beräkningarna se ut på annat vis. Detta skulle betyda att det inte alls skulle ta lika länge innan det skulle vara lönsamt med LED-belysning och grafen (Figur 2) på nästa sida skulle se ut på följande vis:



Figur 2. Graf över om det skulle vara frågan om en helt ny installation av belysning för industrihallen.

Som vi nu kan se utgående från figur 2 så skulle det ta cirka 6 år innan det skulle bli lönsamt med LED-belysning istället för den vanliga lysrörsbelysningen, enligt just dessa 2 modeller i denna typ av industrihall. Naturligtvis finns det flera olika modeller och märken av både lysrörsbelysning och LED-belysning. Detta kan innebära att man möjligtvis skulle kunna få ännu bättre värden gällande lönsamhet av sådan här typ av belysning om man skulle börja jämföra flera olika modeller och märken. Men här är i alla fall ett bra exempel på en kalkyl över dessa 2 typer av belysning i en industrihall.

4.4 Att välja belysning

När det gäller val av belysning är det främst fråga om att säkerheten, produktionsförmågan och trivseln upprätthålls. Finns det flera alternativ som uppfyller dessa krav som anläggningen ställer på belysningen, så väljer man oftast den billigaste. Energianvändningen för belysningen är det som brukar slå störst igenom medan investeringen, drift och underhåll brukar vara underordnade vid val av belysning.

Man skall alltid ta i beaktande dagsljuset vid planering av belysning. Eftersom detta ger möjlighet till att spara energi, vilket i sin tur minskar på kostnaderna. Det varierar dock mellan olika typer av byggnader hur man kan utnyttja dagsljuset, detta eftersom det t.ex. kan göra att temperaturen i byggnaden blir för hög om för mycket dagsljus slipper in under varma sommardagar och energin går istället då åt till kylning.

Lågenergilampor och lysrör är idag förstahandsvalet för belysning med brett ljusspektrum och god energieffektivitet. Men LED-belysning blir allt vanligare vartefter tekniken utvecklas och börjar allt mer ersätta dessa lågenergilampor och lysrör så länge ett tillräckligt ljusflöde kan uppnås och spektralfördelningen är lämplig för ändamålet. Det finns nämligen möjlighet att med LED styra spektralfördelningen. Man brukar gärna ta en titt på energieffektiviteten dvs. lumen i förhållande till watt (inklusive driftdon), när man jämför olika typer av ljuskällor och olika tekniker. Ljusutbytet kan variera för olika ljuskällor, därför skall man jämföra olika typer av ljuskällor och deras tillverkare för att komma fram till vad som passar bäst till ändamålet. När man väl valt en passande ljuskälla skall man se till så att belysningen placeras så att ljusflödet utnyttjas på bästa sätt. Med hjälp av DIALux som användes åt just denna industrilokal, tas allt från ljuskälla och armatur till golv, väggar och tak i beaktande vid ljusberäkningar och placeringsberäkningar. Något som man också skall tänka på vid planeringsskedet är att armaturerna måste vara åtkomliga för rengöring och att de uppfyller IP-kraven för utrymmet (Hårshammar, D. (2013)).

4.5 DIALux och ljusberäkningar

DIALux är först och främst ett gratisverktyg, därför kan de som vill lätt få tillgång till olika ljusberäkningsfiler som är gjorda med programmet. Med hjälp av programmet får man fram hur ljuset i en lokal påverkas. Det går antingen att importera ritningar på en lokal från ett CAD-program eller så kan lokalen ritas upp direkt i DIALux. Man måste ta hänsyn till att olika material reflekterar ljuset på olika vis när man gör ljusberäkningar. Gällande denna industrihall så ritades hallbyggnaden upp direkt i DIALux. Vilken typ av material som väggar, golv och tak var gjorda av fylldes även i när ljusberäkningarna i DIALux gjordes (Hårshammar, D. (2013)).

4.6 Energibesparing för belysning

När man vill spara energi som går åt till belysning skall man först och främst tänka på skötsel, inställningar och underhåll, men det finns också andra saker som kan spara energi. En lista med punkter över detta har gjorts upp.

- Ljusbehovet i byggnaden, dvs. hur mycket ljus behöver de som skall vistas i utrymmet.
- Hålla armaturer rena. Reflektorer och kåpor bör hållas rena för att ljuset skall komma till så bra nytta som möjligt

- Hålla fönster rena så att dagsljus slipper in, eftersom det är det billigaste ljuset.
- Hålla lampor som inte behöver vara tända släckta. Detta går antingen att lösa med att automatisera belysningen eller använda sig av bra rutiner för när belysningen behöver vara tänd eller släckt.
- Väggar och tak skall hållas rena så att ljuset slipper att reflekteras, vilket gör att ljuset kommer till största möjliga nytta.
- Gruppera armaturerna i mindre grupper. Då undviker man att onödig belysning hålls tänd.
- Automatisera belysningen, eftersom det oftast fungerar bättre än manuell släckning och tändning som man ibland kan sköta dåligt. Beroende på utrymmet kan man med hjälp av automatiken välja om belysningen skall styras beroende av närvaro, tid eller hur mycket dagsljus som slipper in i lokalen.
- Använda sig av dimmer-system för att reglera belysningsstyrkan på ett effektivt sätt.
- Byta nuvarande armatur eller ljuskälla mot energieffektivare belysning ifall nuvarande belysning börjar bli gammal och dålig.

(Hårshammar, D. (2013))

5 Resultat

Resultatet av detta examensarbete blev att elritningarna för industrihallen färdigställdes. Hit hör då planritningen, samt centralritningarna för både en huvudcentral och en liten gruppcentral. En fullständig besiktning av elinstallationen för hela industrihallen gjordes och ett besiktningsprotokoll ifylldes. Allt detta kommer att användas som dokumentation för elinstallationen och kan i framtiden vara till nytta om några ändringar skall göras eller vid eventuell felsökning.

Belysningsberäkningar gällande den befintliga belysningen gjordes och med hjälp av dem kunde man ytterligare göra upp beräkningar angående LED-belysning. Utgående från dessa beräkningar kan man se hur länge det skulle ta innan det skulle bli lönsamt om den befintliga belysningen skulle bytas ut till just denna typ av LED-belysning som tagits upp i detta examensarbete. Slutresultatet av denna belysningsberäkning visar att det skulle ta lite för lång tid innan det skulle bli lönsamt ifall den befintliga belysningen skulle bytas ut mot LED-belysning. Skulle det vara fråga om en helt ny installation av belysning skulle det vara möjligt att lägga LED-belysning istället för traditionell lysrörsbelysning.

6 Diskussion

Att lära sig att rita upp elritningar för en hel industrihall har varit mycket lärorikt. Eftersom elinstallationen stod klar men saknade ritningar, var det ibland ganska krävande att veta hur hela installationen hängde ihop och vilka kablar som gick vart. Med hjälp av mätningar och genomgång av centralerna löste jag detta problem och kunde därefter ta mig an utmaningen att rita upp hela elinstallationen för industrihallen. Jag gjorde även en ny besiktning av hela elinstallationen, eftersom det saknades dokumentation för detta. Det var mycket lärorikt att steg för steg få gå igenom en besiktning av denna typ. I slutet av examensarbetet gjorde jag upp beräkningar angående den befintliga belysningen och LED-belysning. Jag upplevde detta som mycket intressant eftersom jag med hjälp av dessa beräkningar fick en mycket bra inblick gällande dessa två typer av belysning och vad som egentligen är lönsamt.

Jag påbörjade mitt examensarbete under vårterminen 2018 med en paus under sommaren för att sedan kunna fortsätta med det höstterminen 2018. Jag tycker att det varit mycket givande att lära sig om dessa olika saker och hoppas i framtiden kunna ta del av denna kunskap. Jag är även mycket tacksam för den hjälp jag fått från mina handledare angående examensarbetet.

Källförteckning

CADS [Online]

Tillgänglig: <http://www.cads.fi/sv>

[använd 30.10.2018]

D1-2017 (2018)

Handbok om byggnaders elinstallationer

ISBN 978-952-231-244-0 (nid.)

Esbo

Grano Oy, Tammerfors

Hårshammar, D. (2013)

Handbok i energieffektivisering del 6 belysning [Online]

Tillgänglig: <https://www.lrf.se/globalassets/dokument/foretagande/vektyg/mallar/handbok-om-energieffektivisering/del-6-belysning.pdf>

[använd 23.10.2018]

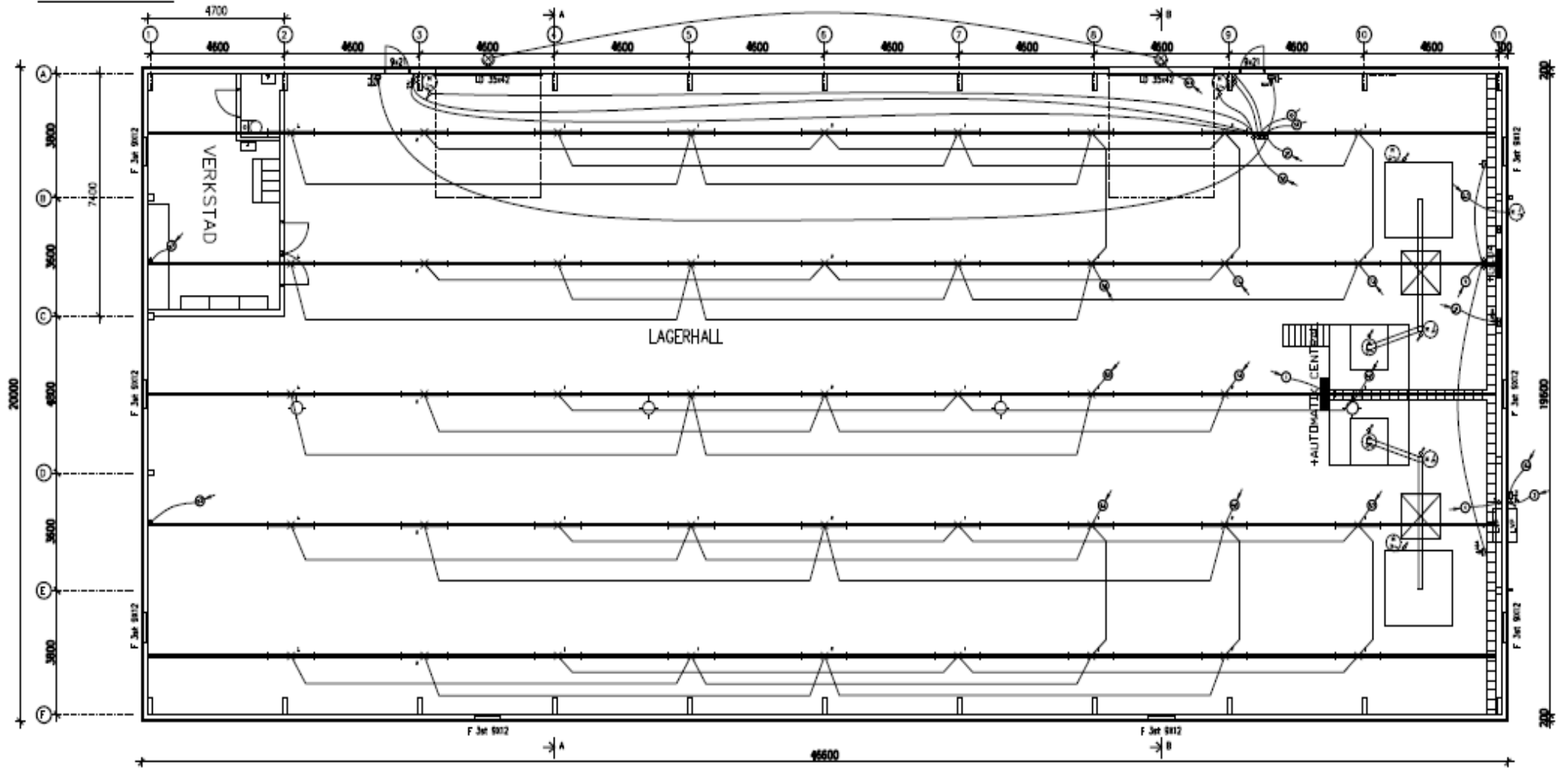
Ljuskultur

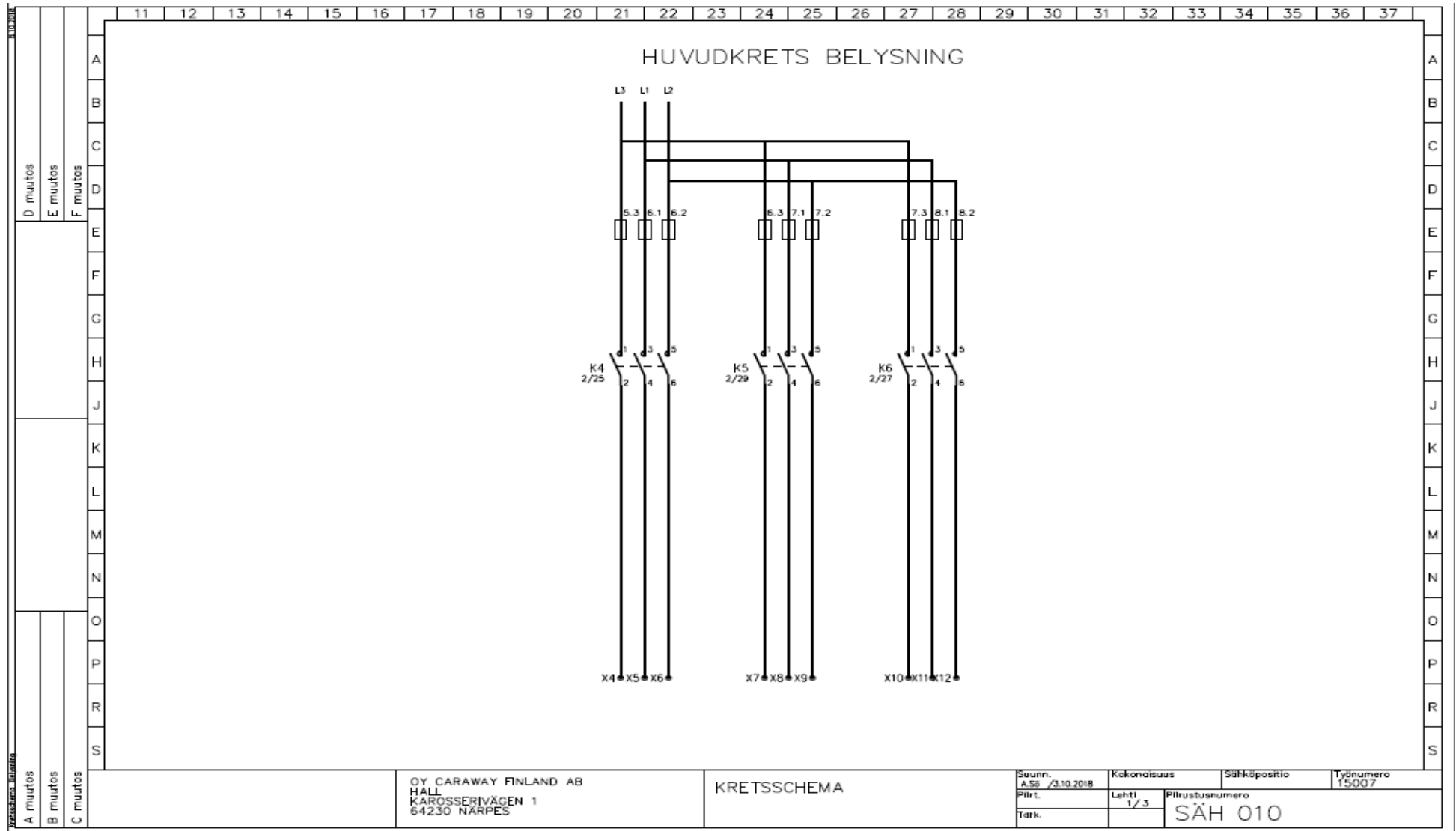
Belysning i praktiken [Online]

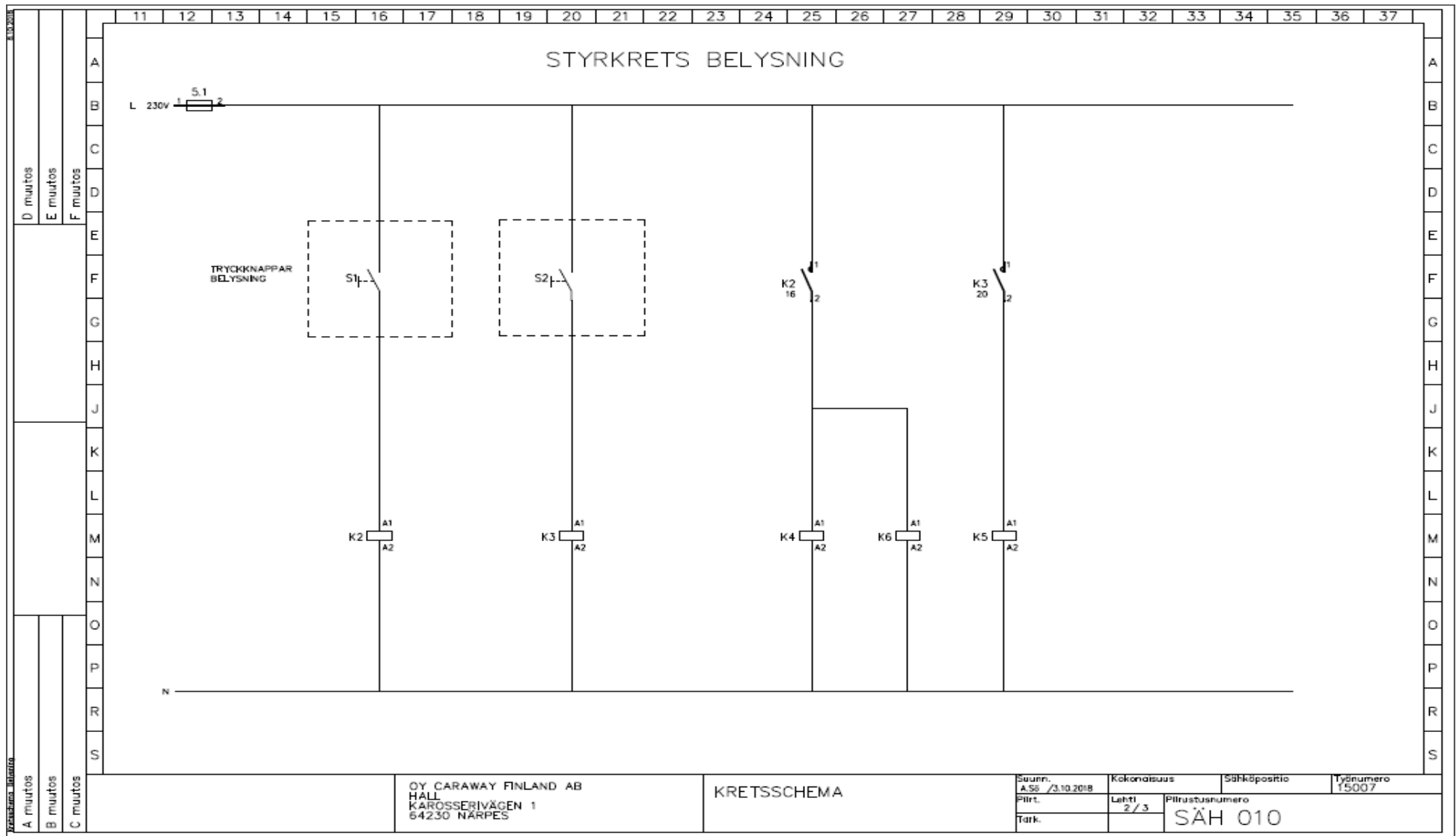
Tillgänglig: https://ljuskultur.se/wp-content/uploads/2016/04/ljus-och-rum_-belysningen-i-praktiken.pdf

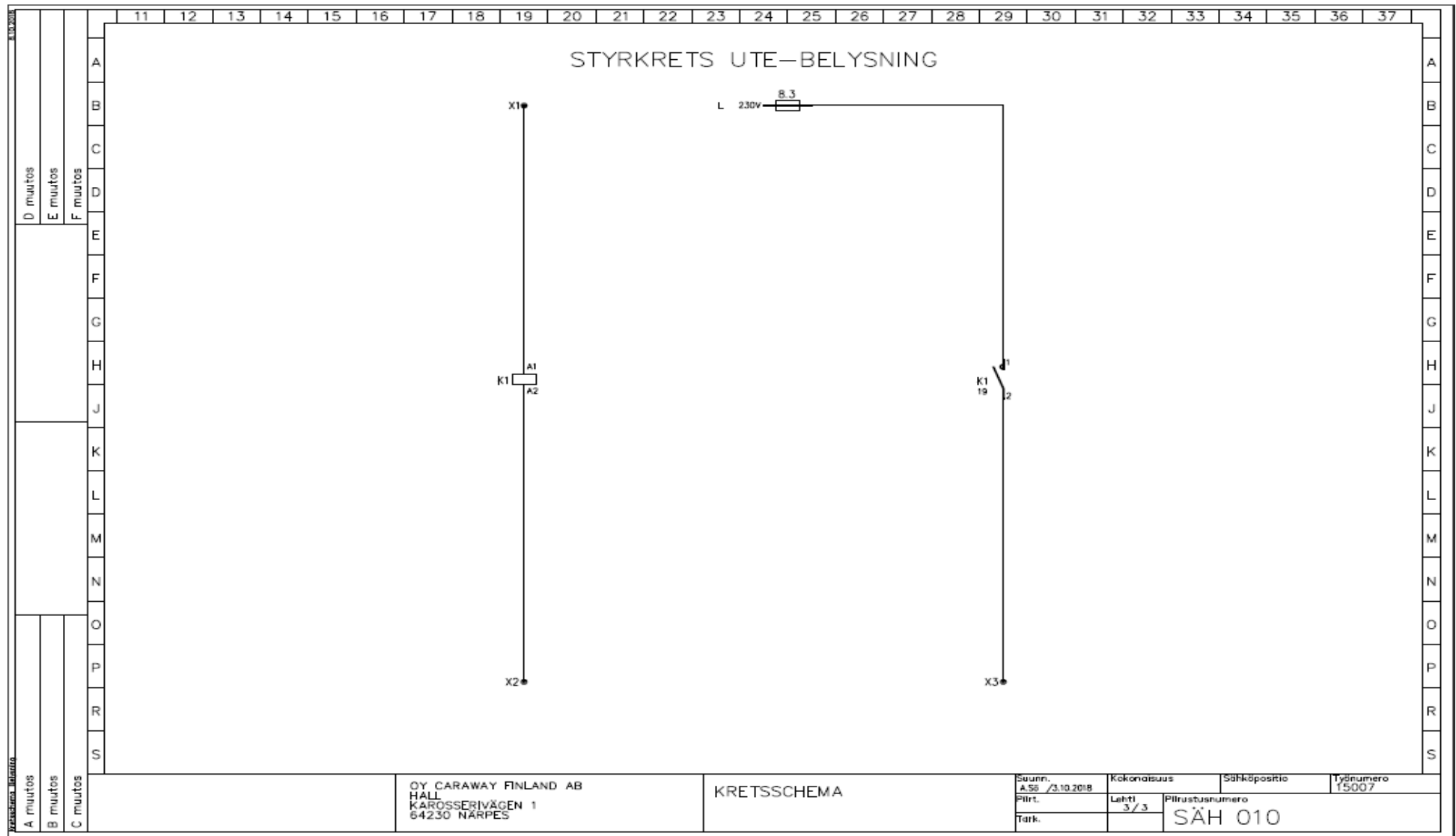
[använd 23.10.2018]

PLAN 1 : 100











ST 51.21.08

1 (4)

PROTOKOLL FÖR IBRUKTAGNINGSBESIKTNING

Protokoll nr _____

Ibruktagningsbesiktning



Annan



Viken? _____

GRUNDUPPGIFTER

Elnätbyggnads byggare	Företag <i>Electroteam Närpes Ab Oy</i>		
	Gatuadress <i>Tegelbruksvägen 4b</i>	Postnummer <i>64230</i>	Postanstalt <i>Närpes</i>
Ledaren av arbetet	Namn <i>Österberg Bengt-Erik</i>		Telefonnummer <i>0400 45 1615</i>
	E-postadress <i>info@electroteam.fi</i>		
Kontaktperson	Namn <i>Österberg Bengt-Erik</i>		Telefonnummer
	E-postadress		
Objektuppgifter	Arbetsnummer		Namn <i>Caramay Finland Oy Ab</i>
	Objektets identifiering <i>Lagerhall 4</i>		
	Gatuadress	Postnummer	Postanstalt
Beställande företag	Namn		
	Gatuadress	Postnummer	Postanstalt
Beställarens kontaktperson	Namn <i>Engelholm Torbjörn</i>		Telefonnummer <i>+358 6 22 43660</i>
	E-postadress <i>info@caramayfinland.fi</i>		

1. SENSORISK INSPEKTION

a)	Skydd mot elchock	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
	Anmärkning!	_____			
b)	Skydd mot brand	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
	Anmärkning!	_____			
c)	Ledare och ledningsystem	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
	Anmärkning!	_____			
d)	Skydds- och övervakningsutrustning	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
	Anmärkning!	_____			
e)	Överspänningskydd	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
	Anmärkning!	_____			
f)	Frånkopplings- och kopplingsutrustning	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
	Anmärkning!	_____			

© Sähköinfo Oy 12/2017 - Sähköteko ry:n julkaisu

ST 51.21.08

2 (4)

g)	Skyddametoder för elutrustning Anmärkning!	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
h)	Identifiering av neutral- och skyddsledare Anmärkning!	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
i)	Ritningar, varnings skyltar m.m. Anmärkning!	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
j)	Identifierbar Anmärkning!	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
k)	Kabelmuffar och förbindningar Anmärkning!	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
l)	Skydds- och potentialutjämningsledare Jordelektrodens konstruktion: Fundamentjordelektrod <input type="checkbox"/> Annan, vilken <u>MK16 till humudpotentialskena</u> Motivering _____	I skick	<input type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
m)	Elanläggningens utrymmesbehov Anmärkning!	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
n)	Eftas kopplingsutrustning Anmärkning!	I skick	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingår ej	<input type="checkbox"/>
o)	Utrymmen av särskilda slag Utrymmen av särskilda slag i objekt: Medicinskt utrymme Bilaga _____ Explosionsfarligt utrymme Bilaga _____ Bilaga _____	I skick	<input type="checkbox"/>	Ingår ej	<input checked="" type="checkbox"/>

CENTRALENS NAMN OCH IDENTIFIKATION:

GC

2. SKYDDESLEDARENS KONTINUITET (PE-, PEN-, jord-, huvud- och kompletterande potentialutjämningsledare)

Konstaterats för alla apparater och uttag Största resistansen 0,7 Ω, i grupp mätt i uttagKontinuiteten har konstaterats vara krävenlig Bilagor: IA

3. ISOLATIONSRESISTANSEN

Objekt	Grupp nr	R _v /MΩ	Anm.
<u>GC</u>		<u>> 500 MΩ</u>	

Isolationsresistansen har konstaterats vara krävenlig PE- och N-sammankopplingen har återställts efter mätningarna

Speciella åtgärder vidtagna vid mätningar:

Bilagor: _____

ST 51.21.08

3 (4)

4. AUTOMATISK FRÄNKOPPLING AV MATNING				
	I_n /A	Z_n / Ω	Skyddsapparat	I_{nA} (skyddsapparat)
Central	460A	0,5 Ω	Greppräkningar	100 A
Öfvermånigaste punkten (0,4 s)	244A	0,94 Ω	Dvärgbrytare	C16
Öfvermånigaste punkten (5,0 s)				

Värden på kortslutningsströmmen och slingimpedansen har erhållits genom mätning Feltskyddet har verkstälts med jordfelsbrytare

Värdet på kortslutningsströmmen och slingimpedansen har erhållits genom beräkning

Erhållna värden är i enlighet med kraven i standarden

Bilagor: _____

Typ och användningsändamål	Grupp nr	Märkvärde/måtvärde		Tryckknappstest
		/sims	/s/mA	
Typ A Personskydd		49,6	24 mA	<input checked="" type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>

Funktionerna har konstaterats vara standardenliga Användningsändamål: FS = feltskydd, TS = tilläggskydd, BS = brandskydd

Bilagor: _____

5. KONTROLL AV ROTATIONSRIKTNINGEN

Centraler 3-fasuttag ingår inte i installationen

6. FUNKTIONS- OCH DRIFTSTESTER

Maskiner och apparater Funktionella hejlar ingår inte i installationen

7. SPÄNNINGSSÄNKING

Största spänningssänkning _____ %

Erhålls genom mätning Beräkning

8. EMC-SKYDDET

Objektet är ett TN-S -system

Jordningar och potentialjämnningar har konstaterats uppfylla EMC-kraven

Val, placeringen och installationen av kablar har konstaterats uppfylla EMC-kraven

Vid val av elutrustning (slapparater) har man beaktat installationsomgivningens krav

Anvisningar från elutrustningens tillverkare har iakttagits

Annan, vad? _____

Bilagor: _____

Elanläggningen uppfyller kraven i elsäkerhetslagen 1135/2016 och statsrådets förordning om den elektriska utrustningens och elanläggningarnas elektromagnetiska kompatibilitet (1436/2016)

9. BEHOVET AV SERVICE- OCH UNDERHÅLLSPROGRAM

Underhållsprogram för objektet krävs

krävs inte

Objektet har service- och underhålls-program

Objektet har drifts-, service- och underhålls-anvisningar

Objektet har utrymningsbelysning Objektet har underhållsprogram för utrymningsbelysningen

ST 51.21.08

4 (4)

10. FÖLJANDE PERIODISKA BESIKTNING	
Besiktning: krävs <input type="checkbox"/> tidpunkten för periodiska besiktningen _____ krävs inte <input type="checkbox"/>	
Obs!	
11. STANDARDER SOM HAR TILLÄMPATS VID OBJEKTETS GENOMFÖRANDE	
Vid objektets genomförande har man tillämpat standardhandböcker SFS 600-1-1 ja SFS 600-1-2 och annat, vad? <u>D1 2017</u>	
Objektet anses vara genomförd i enlighet med kraven i nämnda standarder <input type="checkbox"/>	
12. BRANDVARNARE	
<input type="checkbox"/> Vi försäkrar, att de installerade brandvarnarna uppfyller ställda krav i förordningar och föreskrifter (lagen om anordningar inom räddningsväsendet, förordningen om brandvarnars tekniska egenskaper, elsäkerhetsförordningar mm.) och att de är installerade i enlighet med nedan angivna planeringsdokument.	
<input type="checkbox"/> Brandvarnarnas bruks- och serviceanvisningar har överläts.	
Utredning om hur brandvarnarnas ström- och reservströmmatning är ordnad:	
Tillägsuppgifter:	
<input type="checkbox"/> Ett separat installationsintyg över brandvarnarna omfattande ovan nämnda fakta, finns som bilaga till detta protokoll.	
13. BESIKTNINGENS UTFÖRARE	
Datum <u>09.03.2018</u>	Datum
Underskrift och namnförtydligande <u>André Sörhannu André Sörhannu</u>	Underskrift och namnförtydligande
Instrument som använts vid mätningar: <u>Fluke 1664 FC</u>	
14. ÖVERLÄTELSEANTECKNINGAR	
a) Objektets färdigställande har anmälts till: Nätbolaget <input type="checkbox"/> Nätbolagets namn _____	
b) Bruksanvisning <input type="checkbox"/> Avtalad att hållas, datum: _____	
c) Protokoll med bilagor över brukningsbesiktningen har överläts <input type="checkbox"/>	
Bilagor: _____	
d) Ritningar och övriga dokument är överläts <input type="checkbox"/>	
Förteckning över ritningar och dokument:	
Tillägsuppgifter:	
Datering	Underskrift och namnförtydligande
15. BESTÄLLARENS ELLER HENS FÖRETRÄDARENS KVITTERING	
Har mottagit dokument och handledning meddelade i punkt 14 Överläteanteckningar. Protokollet ska förvaras och vid behov uppvisas under elanläggningens hela brukstid.	
Datering	Underskrift och namnförtydligande

Lagerhall Caraway Finland

Beräkningar och resultat gällande belysningen i lagerhallen.

Kontaktperson: André Sörhannus
Ordernr.: -
Firma: Oy Electroteam Närpes Ab
Kundnr.: -

Datum: 22.02.2018
Handläggare: André Sörhannus

Lagerhall Caraway Finland

Oy Electroteam Närpes Ab
 Högbackens Industriområde
 Tiliinukinte 4 B 64230 Närpiö



ElectroTeam
 NÄRPES

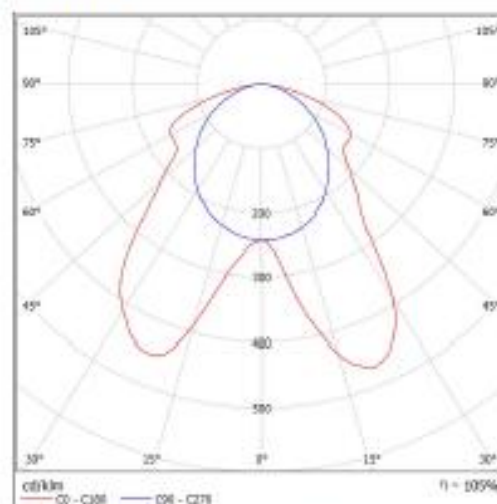
22.02.2018

Handläggare André Sörhannus
 Telefon 0400-298644
 Fax -
 e-post andre.sorhannus@novia.fi

ENSTO AM249A-N Industrial luminaire Ensto / Armaturdata



Ljusöppning 1:



Armaturklassificering enligt CIE: 100
 CIE-ljuskod: 50 80 96 100 105

Model IP25 is efficient and versatile luminaire serie for dry and humid premises. The multipurpose luminaire range fits excellent for general lighting supermarkets, warehouses and various industrial applications.

Eftersom symmetriegenskaper saknas kan ingen UGR-tabell visas för denna armatur.

Lagerhall Caraway Finland



22.02.2018

Oy ElectroTeam Närpes Ab

Högbäckens Industriområde
Tillruukinte 4 B 64230 Närpiö

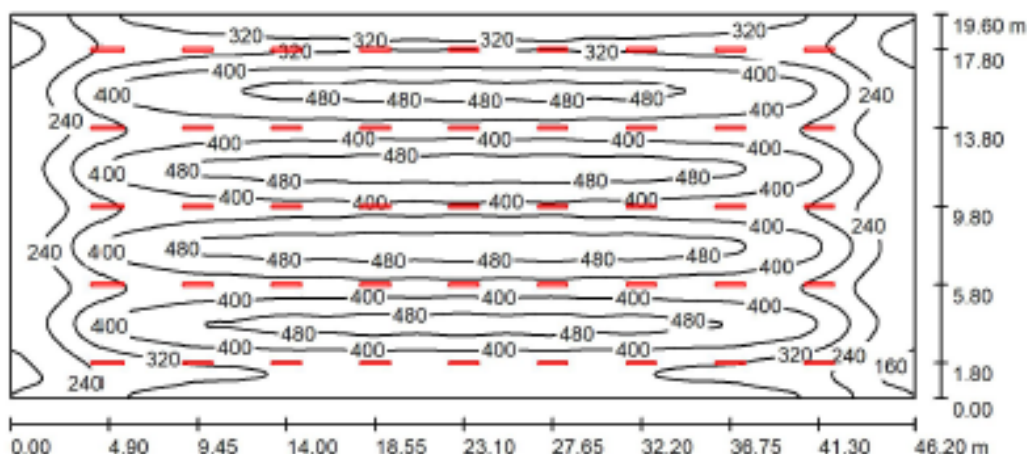
Handläggare André Sörhannus

Telefon 0400-296644

Fax -

e-post andre.sorhannus@novia.fi

Lagerbyggnad / Sammanfattning



Rumshöjd: 5.900 m, Monteringshöjd: 5.900 m, Underhållsfaktor: 0.80

Värden i Lux, Skala 1:331

Yta	ρ [%]	E_{med} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{med}
Beräkningsplan	/	372	136	520	0.365
Golv	27	361	146	487	0.404
Tak	68	113	70	161	0.621
Väggar (4)	68	207	85	353	/

Beräkningsplan:

Höjd: 0.850 m
Rutssystem: 128 x 128 Punkter
Gränssyta: 0.000 m

Dellista armaturer

Nr.	Antal	Beteckning (Korrektionsfaktor)	Φ (Armatur) [lm]	Φ (Ljuskälla) [lm]	P [W]
1	45	ENSTO AM249A-N Industrial luminaire Ensto (1.000)	9016	8600	105.0
Totalt:			405715	387000	4725.0

Effektförbrukning: $5.22 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Yta: 905.52 m^2)

Lagerhall Caraway Finland

Oy Electroteam Närpes Ab
 Högbackens Industriområde
 Tilliinkintie 4 B 64230 Närpiö

Handläggare André Sörhannus
 Telefon 0400-296644
 Fax -
 e-post andre.sorhannus@novia.fi



22.02.2018

Lagerbyggnad / Indatablad

Beräknings höjd: 0.850 m
 Gränsyta: 0.000 m

Underhållsfaktor: 0.80

Rumshöjd: 5.900 m
 Yta: 905.52 m²



Yta	Rho [%]	från ([m] [m])	till ([m] [m])	Längd [m]
Golv	27	/	/	/
Tak	68	/	/	/
Vägg 1	68	(0.000 0.000)	(46.200 0.000)	46.200
Vägg 2	68	(46.200 0.000)	(46.200 19.600)	19.600
Vägg 3	68	(46.200 19.600)	(0.000 19.600)	46.200
Vägg 4	68	(0.000 19.600)	(0.000 0.000)	19.600

Lagerhall Caraway Finland



22.02.2018

Oy Electroteam Närpes Ab

Högbäckens Industriområde
Tillruukinte 4 B 64230 NärpesHandläggare André Sörhannus
Telefon 0400-296644
Fax -
e-post andre.sorhannus@novia.fi

Lagerbyggnad / Armaturer (koordinatlista)

ENSTO AM249A-N Industrial luminaire Ensto
9016 lm, 105.0 W, 1 x 1 x T5 2x49W (Korrektionsfaktor 1.000).

Nr.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	4.900	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
2	4.900	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
3	4.900	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
4	4.900	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
5	4.900	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
6	9.450	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
7	9.450	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
8	9.450	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
9	9.450	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
10	9.450	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
11	14.000	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
12	14.000	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
13	14.000	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
14	14.000	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
15	14.000	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
16	18.550	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
17	18.550	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
18	18.550	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
19	18.550	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
20	18.550	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
21	23.100	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
22	23.100	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
23	23.100	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
24	23.100	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
25	23.100	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
26	27.650	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
27	27.650	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
28	27.650	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0

Lagerhall Caraway Finland



22.02.2018

Oy ElectroTeam Närpes Ab

Högbackens industriområde
Tilliuskintie 4 B 64230 NärpiöHandläggare André Sörhannus
Telefon 0400-296644
Fax -
e-post andre.sorhannus@novia.fi

Lagerbyggnad / Armaturer (koordinatlista)

Nr.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	27.650	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
30	27.650	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
31	32.200	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
32	32.200	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
33	32.200	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
34	32.200	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
35	32.200	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
36	36.750	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
37	36.750	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
38	36.750	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
39	36.750	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
40	36.750	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
41	41.300	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
42	41.300	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
43	41.300	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
44	41.300	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
45	41.300	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0

Lagerhall Caraway Finland

Beräkningar och resultat gällande LED belysning i lagerhallen.

Kontaktperson: André Sörhannus
Ordernr.: -
Firma: Oy Electroteam Närpes Ab
Kundnr.: -

Datum: 28.02.2018
Handläggare: André Sörhannus

Lagerhall Caraway Finland

Oy Electroteam Närpes Ab
Högbäckens Industriområde
Tillruiokintie 4 B 64230 Närpiö



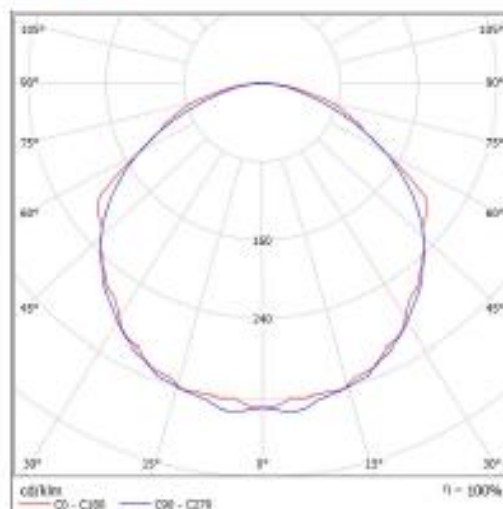
26.02.2018

Handläggare André Sorhannus
Telefon 0400-296644
Fax
e-post andre.sorhannus@novia.fi

ENSTO ERPL254C Industrial luminaire Ensto / Armaturdata



Ljusöppning 1:



Armaturklassificering enligt CIE: 99
CIE-ljuskod: 46 79 95 99 100

Europroof 2 is a reliable and durable universal luminaire for wet and corrosion sensitive premises available in LED, T5 and T8 models. This versatile luminaire has a wide range of application areas from carparks to agricultural and livestock buildings.

Ljusöppning 1:

Beräkning av bländning enligt USB

l, Tab	70	75	80	85	90	95	100	105	110		
l, Vägg*	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
l, Golv	35	35	35	35	35	35	35	35	35		
Rumshöjd h	Bländning Golv SI (fotljus)					Bländning Vägg SI (fotljus)					
2m	20	23,5	24,9	22,8	25,0	23,3	22,4	24,7	23,7	24,9	25,2
3m	30	34,9	36,0	35,1	36,3	36,3	34,7	35,9	35,8	36,2	36,3
4m	40	45,4	46,5	45,7	46,9	47,1	45,1	46,2	46,1	46,5	46,6
5m	50	55,8	56,9	56,2	57,2	57,8	55,4	56,5	56,4	56,8	57,1
6m	60	65,9	66,9	66,3	67,2	67,8	65,5	66,5	66,4	66,8	67,1
12m	120	136,8	139,9	139,4	141,3	141,8	139,3	140,3	140,2	140,6	140,7
4m	40	34,2	35,3	34,5	35,6	35,8	34,1	35,2	35,1	35,5	35,6
5m	50	43,8	44,8	44,0	45,1	45,3	43,6	44,7	44,6	45,0	45,1
6m	60	53,4	54,4	53,6	54,7	54,9	53,2	54,3	54,2	54,6	54,7
8m	80	69,8	70,8	70,0	71,1	71,3	69,5	70,6	70,5	70,9	71,0
10m	100	87,8	88,8	88,0	89,1	89,3	87,4	88,5	88,4	88,8	88,9
12m	120	107,2	108,2	107,4	108,5	108,7	106,8	107,9	107,8	108,2	108,3
5m	50	35,6	36,7	35,9	37,0	37,2	35,5	36,6	36,5	36,9	37,0
6m	60	45,2	46,3	45,5	46,6	46,8	45,0	46,1	46,0	46,4	46,5
8m	80	61,6	62,7	61,9	63,0	63,2	61,3	62,4	62,3	62,7	62,8
10m	100	78,0	79,1	78,3	79,4	79,6	77,7	78,8	78,7	79,1	79,2
12m	120	94,4	95,5	94,7	95,8	96,0	94,1	95,2	95,1	95,5	95,6
6m	60	47,0	48,1	47,3	48,4	48,6	46,9	48,0	47,9	48,3	48,4
8m	80	63,4	64,5	63,7	64,8	65,0	63,1	64,2	64,1	64,5	64,6
10m	100	79,8	80,9	80,1	81,2	81,4	79,5	80,6	80,5	80,9	81,0
12m	120	96,2	97,3	96,5	97,6	97,8	95,9	97,0	96,9	97,3	97,4
8m	80	65,0	66,1	65,3	66,4	66,6	64,9	66,0	65,9	66,3	66,4
10m	100	81,4	82,5	81,7	82,8	83,0	81,1	82,2	82,1	82,5	82,6
12m	120	97,8	98,9	98,1	99,2	99,4	97,5	98,6	98,5	98,9	99,0
Faktor av förskjutning för rumshöjd h											
S = 1,0m	+0,1 / -0,1					+0,2 / -0,1					
S = 1,5m	+0,5 / -0,5					+0,2 / -0,4					
S = 2,0m	+0,9 / -0,9					+0,5 / -0,9					
Bländningsfaktor	BGR					BGR					
Bländningsfaktor	18,0					9,0					

* Rumshöjd i bländningsberäkningen uttryckt i SI (fotljus)

Lagerhall Caraway Finland



28.02.2018

Oy Electroteam Närpes Ab

Högbackens Industriområde
Tillruukintie 4 B 64230 Närpiö

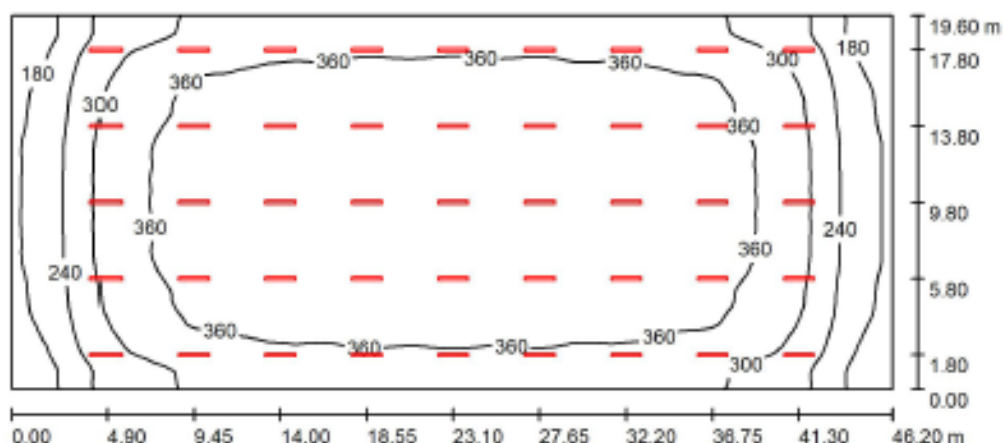
Handläggare André Sörhannus

Telefon 0400-296644

Fax

e-post andre.sorhannus@novia.fi

Lagerbyggnad / Sammanfattning



Rumshöjd: 5.900 m, Monteringshöjd: 5.900 m, Underhållsfaktor: 0.80

Värden i Lux, Skala 1:331

Yta	ρ [%]	E_{med} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{med}
Beräkningsplan	/	338	138	413	0.403
Golv	27	328	149	408	0.458
Tak	88	108	68	155	0.640
Väggar (4)	88	190	88	347	/

Beräkningsplan:		UGR	Längsgående-	Tvär	till armaturaxel
Höjd:	0.850 m	Vänster vägg	27	27	
Rutssystem:	128 x 64 Punkter	Nedre vägg	27	26	
Gränssyta:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Dellista armaturer

Nr.	Antal	Beteckning (Korrektionsfaktor)	Φ (Armatur) [lm]	Φ (Ljuskälla) [lm]	P [W]
1	45	ENSTO ERPL254C Industrial luminaire Ensto (Typ 1)* (1.000)	8198	8193	58.0

*Ändrad teknisk data

Totalt: 368808 Totalt: 368885 2610.0

Effektförbrukning: $2.88 \text{ W/m}^2 = 0.88 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Yta: 905.52 m²)

Lagerhall Caraway Finland



28.02.2018

Oy Electroteam Närpes Ab

Högbackens Industriområde
Tillraskintie 4 B 64230 NärpesHandläggare André Sörhannus
Telefon 0400-296644
Fax
e-post andre.sorhannus@novia.fi

Lagerbyggnad / Indatablad

Beräknings höjd: 0.850 m
Gränsyta: 0.000 m

Underhållsfaktor: 0.80

Rumshöjd: 5.900 m
Yta: 905.52 m²

Yta	Rho [%]	från ([m] [m])	till ([m] [m])	Längd [m]
Golv	27	/	/	/
Tak	68	/	/	/
Vägg 1	68	(0.000 0.000)	(46.200 0.000)	46.200
Vägg 2	68	(46.200 0.000)	(46.200 19.600)	19.600
Vägg 3	68	(46.200 19.600)	(0.000 19.600)	46.200
Vägg 4	68	(0.000 19.600)	(0.000 0.000)	19.600

Lagerhall Caraway Finland



28.02.2018

Oy Electroteam Närpes Ab

Högbackens Industriområde
Tillrullinkite 4 B 64230 NärpiöHandläggare André Sörhannus
Telefon 0400-296644
Fax
e-post andre.sorhannus@novia.fi

Lagerbyggnad / Armaturer (koordinatlista)

ENSTO ERPL254C Industrial luminaire Ensto (Typ 1)
8196 lm, 58.0 W, 1 x 1 x Ange eget värde (Korrektionsfaktor 1.000).

Nr.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	4.900	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
2	4.900	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
3	4.900	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
4	4.900	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
5	4.900	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
6	9.450	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
7	9.450	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
8	9.450	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
9	9.450	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
10	9.450	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
11	14.000	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
12	14.000	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
13	14.000	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
14	14.000	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
15	14.000	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
16	18.550	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
17	18.550	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
18	18.550	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
19	18.550	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
20	18.550	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
21	23.100	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
22	23.100	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
23	23.100	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
24	23.100	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
25	23.100	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
26	27.650	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
27	27.650	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
28	27.650	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0

Lagerhall Caraway Finland



28.02.2018

Oy Electroteam Närpes Ab

Högbackens Industriområde
Tillruekinde 4 B 64230 NärpöHandläggare André Sörhannus
Telefon 0400-296644
Fax
e-post andre.sorhannus@novia.fi

Lagerbyggnad / Armaturer (koordinatlista)

Nr.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	27.650	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
30	27.650	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
31	32.200	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
32	32.200	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
33	32.200	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
34	32.200	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
35	32.200	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
36	36.750	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
37	36.750	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
38	36.750	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
39	36.750	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
40	36.750	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0
41	41.300	1.800	5.900	0.0	0.0	90.0
42	41.300	5.800	5.900	0.0	0.0	90.0
43	41.300	9.800	5.900	0.0	0.0	90.0
44	41.300	13.800	5.900	0.0	0.0	90.0
45	41.300	17.800	5.900	0.0	0.0	90.0