



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

ENERGIAETTEVÕTTE TULEOHUTUSE ANALÜÜS EESTI ELEKTRIAAMA PÕHJAL

ENERGY COMPANY FIRE SAFETY ANALYSIS BASED ON EESTI POWER PLANT

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Jelizaveta Kolatsk

Üliõpilaskood: 155456 AAVB

Juhendaja: vanemlektor Jelena Šuvalova

Tallinn, 2019

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” 201.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

Autor: Jelizaveta Kolatsk

Lõputöö liik: Bakalaureusetöö

Töö pealkiri: Energiaettevõtte tuleohutuse analüüs Eesti elektrijaama põhjal

Kuupäev: 24.05.2019

53 lk (lõputöö lehekülgede arv koos lisadega)

Ülikool: Tallinna Tehnikaülikool

Teaduskond: Inseneriteaduskond

Instituut: Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

Töö juhendaja(d): vanemlektor Jelena Šuvalova

Töö konsultant (konsultandid): EEJ elektriseadmete eksploatatsiooni juhtivinsener Roman Panov

Sisu kirjeldus:

Antud töö eesmärk on suure elektri genereerimis objekti tuleohutuse uurimine Eesti elektrijaama põhjal ning anda ülevaade tuleohutuse lahtist kujutlust energeetika ettevõttel, samuti võimalikke elektripaigaldiste põlengute riske.

Töö põhiosas on täielik kirjutatud tuleohutusest, elektriseadmete tulekahjude võimalike põhjustest, elektripaigaldiste lubatavate tulekustutusest ja tehtud Eesti elektrijaama tuleohutuse analüüs.

Töö põhiosa sisaldab 4 peatükki. Esimeses peatükis on kirjutatud, mis on tuleohutus, selle tähtsus ja on toodud tuleohutuse üldised nõuded ehitiste projekteerimise ja ehitamise jaoks. Teises peatükis on käsitletud elektripaigalduste põlengute põhjuseid ning on pakutud välja nende vältimise seadmeid ja meetodeid. Kolmandas peatükis on vaadeldud elektripaigaldiste jaoks mõeldud tulekustutuste vahendeid ning nende positiivsed ja negatiivsed pooled. Neljandas peatükis on käsitletud Eesti elektrijaam kui genereerimis energeetika ettevõtte, oli kirjutatud potentsiaalse tulekahjude põhjused antud objektidel ning kirjutati välja võimalikud tulekahjude põhjused, objekti tuleohutuse tagamise meetodid ning peatüki lõpus on tuleohutuse tagamise analüüs.

Kokkuvõttes antakse koondatud ülevaade uuritud materjale töö peatükkides ja autori järeldus tehtud tööst.

Töö on kirjutatud mitmekeelsete kirjanduste, Eesti Vabariigi nõuete ning Eesti elektrijaamalt esitatud failide kasutamisega.

Märksõnad: tuleohutus, energeetika ettevõtte, elektrijaam, tulekahju, elektripaigaldis, ping, ülekoormus, lühis

ABSTRACT

Author: Jelizaveta Kolatsk

Type of the work: Bachelor Thesis

Title: Energy company fire safety analysis based on Eesti power plant

Date: 24.05.2019

53 pages (the number of thesis pages including appendices)

University: Tallinn University of Technology

School: School of Engineering

Department: Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics

Supervisor(s) of the thesis: Senior Lecturer Jelena Šuvalova

Consultant(s): Eesti Power Plant senior engineer in electrical equipment operation Roman Panov

Abstract: The purpose of this work is to study the fire safety of a working energy company on the basis of the Eesti power plant, give a detailed concept of fire safety in general and provide possible risks of ignition in electrical installations.

The main part is focused on details of fire safety, the possible causes of fires in electrical installations, permissible means of extinguishing electrical installations and the analysis of fire safety of the Eesti power plant.

The main part of the work consists of 4 chapters. The first chapter is about what is fire safety, its importance and the requirements for the planning and construction of buildings. The second chapter focuses on the causes of fires in electrical installations. Chapter proposes setups and methods to prevent them. The third chapter describes the means of extinguishing electrical installations, their positive and negative aspects. In the fourth chapter the Eesti power plant is considered as a generating energy facility, possible causes of fires at it and methods that ensure the fire safety. At the end of the chapter fire safety analysis is given. The summary provides deduction on the material studied in the work's chapters and the author's finalization of the work done.

The work was written using multilingual literature, laws of the Republic of Estonia and information files provided by the Eesti power plant.

Keywords: fire safety, energy company, power plant, fire, electrical installation, voltage, overload, short circuit

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõputöö teema:	Energiaettevõtte tuleohutuse analüüs Eesti elektrijaama põhjal
Lõputöö teema inglise keeles:	Energy company fire safety analysis based on Eesti power plant
Üliõpilane:	Jelizaveta Kolatsk, 155456 AAVB
Eriala:	Elektroenergeetika
Lõputöö liik:	bakalaureusetöö
Lõputöö juhendaja:	vanemlektor Jelena Šuvalova
Lõputöö ülesande kehtivusaeg:	30.06.2019
Lõputöö esitamise tähtaeg:	24.05.2019

Jelizaveta Kolatsk

Jelena Šuvalova

Ivo Palu

Üliõpilane (allkiri)

Juhendaja (allkiri)

Õppekava juht (allkiri)

1. Teema põhjendus

Seda teemat on vaja uurida sellepärast, et energiaettevõtetel on vaja luua kindla energiavarustamise tingimusi. See teema on oluline kõikidele, sest selle tüüpi avarii energiaettevõttes on eriti ohtlik, kuna see mõjub nii energia ettevõtteid ja nende töötajaid kui ka tavainimesi ning keskkonda. See probleem on aktuaalne sellepärast, et elektroenergeetika objektidel on olemas suur hulk seadmeid, mis töötavad suure pinge all, ja see on potentsiaalne ohu allikas ning on vaja teada, kuidas kaitsta neid seadmeid tuleohust. See töö kutsub esile elektroenergeetika objektide tuleohutuse tähtsust.

2. Töö eesmärk

Töö eesmärgiks on uurida suurte genereerimiste objektide tuleohutus, Eesti Elektrijaama näitel.

3. Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

1. Kuidas toimub hoonete tuleohutus
2. Kuidas tagatakse seadme tuleohutus
3. Kuidas tagatakse töötajate tuleohutus

4. Lähteandmed

Püstitatud eesmärkide lahendamiseks plaanitakse kasutada tuleohutuse kaarte, tuleohutuse juhendeid ja muid andmeid, mis saadetakse konsultandist, kes töötab Eesti Elektri jaamal.

5. Uurimismeetodid

Tulemuste jõudmiseks kasutatakse kirjanduse ja andmete analüüs, teoreetiline rakendus.

6. Graafiline osa

Töö põhiossa sisestatakse tuleohutuse kaarte, jooniseid, skeeme.

7. Töö struktuur

Sisukord

Lõputöö ülesanne

Eessõna

Sümbolite ja lühendite loetelu

Sissejuhatus

Põhiosa

1. Teoreetiline osa

- Energiaettevõtte tuleohutuse alused
- Energiaettevõtte tuleohutuse tagamine

2. Eesti Elektri jaam (ettevõtte iseloomus)

3. Eesti Elektri jaama tuleohutuse uurimine (kaartide, jooniste ja eeskirjade analüüs)

Tulemused

Kokkuvõte

Kasutatud kirjandus

8. Kasutatud kirjanduse allikad

<https://www.riigiteataja.ee/akt/130122015052>

<https://www.rescue.ee/dotAsset/b2dec331-1feb-40ec-b566-ae517288e6ce.pdf>

<https://cyberleninka.ru/article/n/metod-formirovaniya-variantov-struktury-sistem-pozharnoy-bezopasnosti-obektov-energetiki>

https://energiatalgud.ee/img_auth.php/b/b7/AF_Estivo._AS_Narva_Elektrijaamad_energiakompliksi_arendusprojekti_KMH_aruanne.pdf

9. Lõputöö konsultandid

Roman Panov (elektriseadmete eksploatatsiooni juhtivinsener, Enefit Energiatootmine AS, Auvere küla) – lähteandmete edastamine.

10. Töö etapid ja ajakava

Loetelu töö etappidest, mille taga sulgudes tähtaeg.

Lähteandmete kogumine (30.01.2019-5.02.2019)

Teoreetilise osa kirjutamine (10.02.2019 – 12.05.2019)

Kokkuvõtte koostamine (12.05.2019)

Töö esimene versioon valmis (12.05.2019)

Töö lõplik versioon valmis (23.05.2019)

SISUKORD

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE.....	3
ABSTRACT	4
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE	5
EESSÕNA.....	10
SISSEJUHATUS	11
1. TULEOHUTUS.....	13
1.1 Tuleohutusnõuded.....	13
1.1.1 Hoonete liigitus tuleohutuse järgi.....	14
2. TULEKAHJU OHUD ELEKTRIAAMAL	15
2.1 Tõrgete põhjused energiasüsteemis.....	15
2.2 Tulekahju tekkimise peamiste põhjused.....	17
2.2.1 Elektriseadmete avariirežiimid.....	17
2.2.2 Tuleohutuse reeglite rikkumine	19
2.2.3 Juhtmete ja kaablite põlengu põhjused	20
2.2.4 Elektrimootorite, generaatorite ja trafode põlengu põhjused	22
2.2.5 Jaotusseadmete, käimapaneku, ümberlülitite, juhtimise ja kaitse elektriaparaatide põlengu põhjused	29
3. ELEKTRIPAIGALDISTE TULEKUSTUTAMINE.....	32
3.1 Kustutamine veega	32
3.2 Tulekustutid	32
3.2.1 Süsihappegaasi kustutid.....	32
3.2.2 Pulberkustutid	33
3.2.3 Vahtkustutid.....	34
3.2.4 Vesikustutid.....	34
3.2.5 Aerosoolkustutid	35

4. TULEOHUTUSE TAGAMINE EESTI ELEKTRIAAMAL	37
4.1 Eesti Elektriyaam.....	37
4.2 Tuleohud Eesti elektriyaamal	37
4.2.1 Peakorpus.....	38
4.2.2 Turbogeneraatori tuleohud.....	38
4.2.3 Trafo tuleohud.....	38
4.2.4 Elektriohud	39
4.3 Tuleohutuse tagamise menetlused Eesti elektriyaamal	40
4.3.1 Töötajate õpe	40
4.3.2 Elektripaigaldiste hooldustööd Eesti elektriyaamas	42
4.3.3 Eesti elektriyaama kiirreageerimise tuletõrje	43
4.4 Tulekustutamine Eesti elektriyaamal.....	43
4.4.1 Kustutamise järjekord	43
4.4.2 Tulekustutus vahendid	44
4.5 Tuleohutuse tagamise analüüs Eesti elektriyaamal.....	45
KOKKUVÕTE	47
SUMMARY	49
KASUTATUD KIRJANDUS	51

EESSÕNA

Autor tänab Eesti elektrijaama elektriseadmete eksploatatsiooni juhtivinseneri Roman Panov, kellest on saadud lähteandmeid.

Samuti tänab autor lõputöö juhendajat Jelena Šuvalova abi ja nõuannete eest.

SISSEJUHATUS

Eesti suurimad elektri- ja soojusenergia tootjad on Eesti Energiale kuuluvad Narva elektrijaamad, mis annavad üle 90% Eestis toodetavast elektrienergiast, varustavad soojusega kogu Narva linna, ekspordivad elektrit Baltimaadesse ning Estlinki merekaabli kaudu ka Põhjamaadesse. See tähendab, et kui ühel elektrijaamal toimub avarii, see mõjutab oluliselt Eesti energia ja soojuse tootmist. Eesti elektrijaam on suur elektrienergia tootja, mis kasutab eesti põlevkivisid põhikütusena. Põlevkivi tarnitakse Eesti Energia Kaevandused AS karjääridest ja kaevandustest.

Elektrijaamade hädaolukorrad toovad enamikul juhtudel kaasa tohutuid tagajärgi inimeste surma või trauma, seadmete kahjustamise, ettevõttele tekitatud materiaalse kahju ja muidugi ka keskkonnamõju kujul.

Iga tulekahju on potentsiaalselt oht ja saab rivist välja viia elektroenergeetika objekti, mis võib põhjustada teiste objektide ülekoormust ja väljalülitamist. Seetõttu on niisuguste objektide tuleohutuse tagamine üks tähtsamaid ülesandeid.

Vastavalt ajalehtedest, ajakirjadest ja uudisportaalidest informatsioonile enamik tulekahjusid toimub soojuselektrijaamadel, seetõttu on tähtis, et sellise objekti tuleohutus on kõrgel tasemel ning vastab kõikidele nõuetele ja normidele.

Antud töö eesmärk on suure genereerimisobjekti tuleohutuse uurimine Eesti elektrijaama põhjal ning uurida, kas selle ettevõtte tuleohutus vastab Eesti Vabariigi nõuetele ja standarditele.

Selles töös ammendavalt käsitletakse:

- Mis on tuleohutus ja miks see on oluline
- Elektrijaama tuleohud ning nende vältimise meetmed ja vahendid
- Millised vahendid on sobilikumad elektripaigaldiste kustutamiseks
- Eesti elektrijaama tuleohutus

Esimeses peatükis "TULEOHUTUS" on kirjutatud, mis on tuleohutus üldisel arusaamas. On toodud tuleohutuse üleüldised nõuded ehitiste projekteerimise ja ehitamise jaoks, samuti aktiivhoonete tuleohutuse üldised nõuded. Esitati informatsiooni hoonete tuleohutuse kategooriateks jaotamise kohta vastavalt Eesti Vabariigi seadustele.

Teises peatükis "Tulekahju ohud elektrijaamal" on toodud elektripaigaldiste tuleohud elektrijaamal ja nende vältimise võimalused. See on üsna oluline töö peatükk, sest selles on vaadeldud kõige peamised tulekahju põhjused elektriseadmetes ja, mis on ka tähtis, nende vältimise meetmeid ja seadmeid iga liigi avarii situatsiooni eri liigi seadme jaoks.

Kolmandas peatükis "Elektripaigaldiste tulekustutamine" on käsitletud elektripaigaldiste kustutamise mitmesuguste erivahenditega. Selles peatükis on toodud veega kustutamisest kokkuvõtteid ning samuti on vaadeldud tulekustutite liigid ja nende positiivsed ja negatiivsed pooled.

Neljandas peatükis "Eesti elektrijaama tuleohutuse tagamine" on kirjutatud Eesti elektrijaamast ja selle tuleohutust. Põhjalikult kirjeldati, kuidas toimub töötajate õpe, elektripaigaldiste hooldustöödest, kiire reageerimise allüksusest ning ka millised tuleohud ja tulekustutuse võimalused on antud elektrijaamal. Veelgi on tehtud Eesti elektrijaama tuleohutuse tagamise analüüs, mis andmed tuleohutust on kõrvutatud Eesti Vabariigi seaduste ja nõuetega ning juba kirjutatud töös informatsiooniga. Eesti elektrijaam on ideaalne eeskuju kõikide tuleohutusnõuete ja standardite järgimises, sest sel elektrijaamal pole kunagi olnud suuri õnnetusi, mis oleksid kogu Eesti jaoks rasketeks.

Antud teema on aktuaalne, sellepärast et elektroenergeetika ettevõttes on suur elektriseadmete hulk, mis töötavad kõrge pinge all ja see on potentsiaalne tuleohu allikas ning on esmatähtis teada, kuidas kaitsta seadmeid, hooneid ja töötajaid võimalikest tulekahjudest.

See lõputöö teema oli valitud seepärast, et see on alati oluline, kuna tuleohutus on iga suure objekti, eriti kehtiva energeetika ettevõtte lahutamatu osa.

Antud töö annab tuleohutuse ettekujutus kehtival energeetika ettevõttel ja selle tähtsusest, seetõttu on kasulik tudengitele ja teistele energeetikaetevõtte tuleohutuse uurimise jaoks. Kehtivaks energiaetevõtteks on Auvere külas asuv Eesti elektrijaam, mis töötab juba pool sajandit.

Selle töö ülesanne on uurida hoone, seadme ja töötajate tuleohutuse tagamine ning anna tuleohutuse lahtist kujutlust energeetika ettevõttel.

1. TULEOHUTUS

Tuleohutus on tulekahjust isiku, vara, ühiskonna ja riigi turvalisuse olek. Igal tootmisettevõttel peab olema inimeste, hoonete ja seadmete ohutus tagatud tulekahju tekkimise juhul ning välja töötatud tuleohutusjuhendid iga tuleohtliku ja plahvatusliku ala jaoks. On vaja teada tuleohutusnõuded ja järgida neid, selleks et vältida tulekahjut, sellepärast et inimettevaatamatus ja -hooletus on tulekahju põhjustest kõige suurema osakaaluga [1].

1.1 Tuleohutusnõuded

Tuleohutusnõue käesoleva seaduse tähenduses on tehniline norm või tegevuse piiramine, mille eesmärk on ehitise, seadme töö või inimtegevuse tuleohutus ning tulekahju korral evakuatsiooni ja päästetöö võimalused.

Ehitiste projekteerimise, ehitamise ja kasutamise, hoolduse ja ehitusega seotud põhiliste tuleohutusnõuete täitmise eesmärk on vähendada ohtu inimeste elule või tervisele, varale või keskkonnale. Hoone eluea jooksul tuleb järgida tuleohutuse põhinõudeid ning hoone ruumid peavad vastama hoone kasutamise nõuetele. Ehitisele, mille ruume kasutatakse muul otstarbel kui hoones kasutatavad eesmärgid, kohaldatakse käesoleva määruse nõudeid hoone tegelikule kasutamisele [1].

Ehitis peab olema projekteeritud ja ehitatud nii, et tulekahju puhkemisel:

1. säilib ehitise kandevõime ettenähtud aja jooksul;
2. on tule ja suitsu teke ning levik ehitises piiratud;
3. on tule levimine naaberehitistele piiratud;
4. on tagatud ohutu evakuatsioon ning
5. on arvestatud päästemeeskonna ohutuse ja tegutsemisvõimalustega [1].

Ehitise vastavus olulistele tuleohutusnõuetele loetakse tõendatuks, kui tulekahju puhkemise korral on arvestatud inimeste ohutusega ja vara- või keskkonnakahju minimeerimisega ning kui:

1. ehitis vastab määruuses sätestatud piirväärtustele;
2. ehitis vastab asjakohasele tehnilisele normile;
3. ehitis vastab asjakohasele standardile või
4. oluliste tuleohutusnõuete täitmine on tõendatud analüütiliselt (edaspidi analüütiline tõendamine) [1].

1.1.1 Hoonete liigitus tuleohutuse järgi

Tuleohutuse järgi liigitatakse hooneid 5 kategooriasse:

I. kasutusviis (eluhooned)

Kasutusviis hõlmab hooneid ja ruume, kus kasutajad tunnevad hoones paiknevaid ruume ning kasutajatel on eeldused iseenda ohutuse tagamiseks, kuid neilt ei saa eeldada pidevat ärksast olekust.

II. kasutusviis (majutushooned)

Kasutusviis hõlmab hooneid ja ruume, kus kasutajatelt ei saa eeldada ruumide head tundmist, kuid kasutajatel on eeldused iseenda ohutuse tagamiseks. Samuti ei saa kasutajatelt eeldada pidevat ärkvel olemist.

III. kasutusviis (hoolekande- ja kinnipidamishooned)

Kasutusviis hõlmab hooneid ja ruume, kus kasutajatelt ei saa eeldada hoone ja ruumide tundmist ning neil on piiratud või puudulikud eeldused iseenda ohutuse tagamiseks.

IV. kasutusviis (kogunemishooned)

Kasutusviis hõlmab hooneid ja ruume, kus kasutajatelt ei saa eeldada ruumide head tundmist, kuid kasutajatel on eeldused iseenda ohutuse tagamiseks ja on eeldatavalt ärkvel. Kogunemisruumina mõeldakse ruumi või ruumide rühma tuletõkkeseksiooni piires, mis on ettenähtud suuremale kasutajate hulgale.

V. kasutusviis (kontorid)

Kasutusviis hõlmab hooneid ja ruume, kus kasutajad eeldatavalt tunnevad ruume hästi, neil on eeldused iseenda ohutuse tagamiseks ja nad on eeldatavalt ärksas olekus..

VI. kasutusviis(tööstus- ja laohooned)

Kasutusviis hõlmab hooneid ja ruume, kus toimub tootmine ja/või ladustamine ning sõidukite (elektroonika vms) remont ja hooldus.

VII. kasutusviis (garaažid).

Kasutusviis hõlmab hooneid ja hoone osi, mis on peasjalikult ettenähtud sõidukite (nii pika- kui lühiajaliseks) hoidmiseks.

Energeetikaettevõtte hooned kuuluvad VI kasutusviisi kategooriasse [1].

2. TULEKAHJU OHUD ELEKTRIAAMAL

Suured tulekahjud võivad juhtuda elektroenergeetika objektidel alati, aga juhtuvad need külmal aastaajal sagedamini, sest sel ajal töötavad sellised objektid üleva koormusega. Niisuguste tulekahjude kustutamine on üsna raske, sellepärast et on suur hulk elektriseadmeid, mis on kõrgepinge all, ning seal on põlevkoormus turbiinõli, trafoõli ja kaablite isolatsiooni kujul.

Tulekahjud tekitavad olulisi majanduslikke kahjusid ja nende tagajärgedeks võivad olla ka õnnetused. Selleks, et vajalikke tuleohutusnõudeid järgida, kõigepealt on tarvis antud negatiivse nähtuse kõiki võimalikke allikaid määrata.

2.1 Tõrgete põhjused energiasüsteemis

Energiasüsteem on elektrienergia ja soojuse tootmise, edastamise ja tarbijaile jaotamise süsteem teatud territooriumil. Energiasüsteemi juhitakse ühest keskusest eesmärgil tagada tarbijate töökindel elektrivarustus.

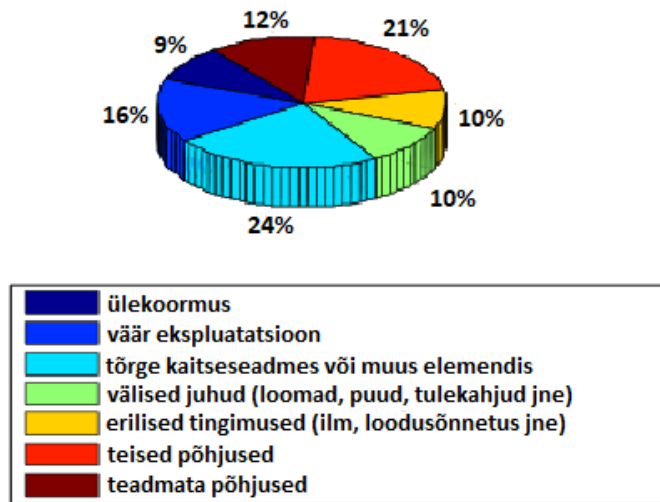
Energiasüsteemi kuuluvad:

- ühtses režiimis talitlevad elektrijaamad;
- elektriliinidest koosnevad elektrivõrgud, sealhulgas põhivõrk (pingel kuni 330 kV), piirkondade jaotusvõrgud (kuni 35 kV) ja kohalikud jaotusvõrgud (kuni 400 V);
- eri pingega elektrivõrke ühendavad alajaamad ja elektritarbijaid toitvad alajaamad;
- koostootmisjaamade korral ka kaugkütte-soojusvõrgud.

[2]

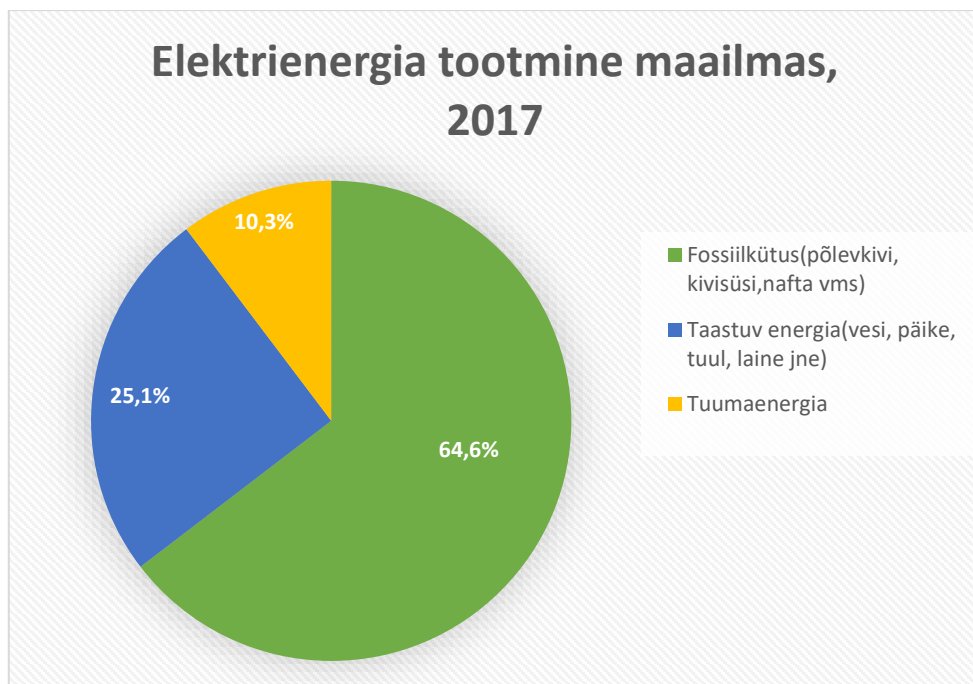
Energiasüsteemis on oma tõrgete põhjused, mis on toodud joonisel 2.1.1

Tõrgete põhjused energiasüsteemis



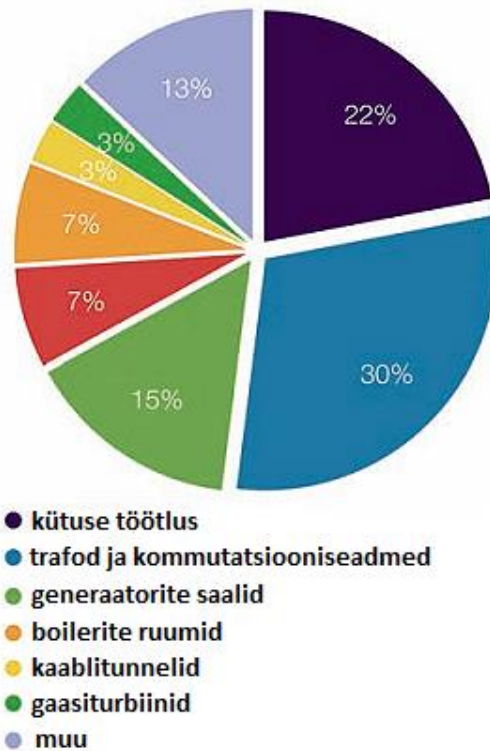
Joonis 2.1.1 Tõrgete põhjused energiasüsteemis [3]

Statistika näitab, et soojus elektrijaamad toodavad kõige rohkem elektrienergiat maailmas.



Joonis 2.1.2 Elektrienergia tootmine maailmas 2017 [4]

Allpool joonisel 2.1.3 on toodud soojuselektrijaama põlengu põhjused



Joonis 2.1.3 Soojuselektrijaama põlengu põhjused[5]

2.2 Tulekahju tekkimise peamiste põhjused

2.2.1 Elektriseadmete avariirežiimid

Ülekoormust ja lühist võib lugeda avariirežiimiks.

Voolu ülekoormus on avarii tuleohu olukord, mille korral vool, mis ületab nimiväärtust, millele antud element on arvestatud (juhi, kaabel elektrikaitseseade), juhib mööda elektrivõrgu elementi. Selle tulemusena kuumeneb antud element üle ja selle sees toimub mitmesugused muutused. Soojusefektid, mis kaasnevad seda režiimi ja vastavaid elektripaigaldiste elementide rikkeid, erinevad sõltuvalt ülekoormuse voolu kordsusest, mis on võrdne töövoolu suuruse ja nimivoolu või kauakestva lubatud voolu suhtega. Näiteks, ülekoormusel kordsusega mitte rohkem kui kaks ei tekki elektrivõrgu elementides märgatavad termilised rikked lühikese aja jooksul.

Siiski toimub kauase töö sama tingimustega juhtide või voolujuhtivuse detailide üle kuumenemine, nende isolatsioonide järgutine hävitamine selle isolatsiooni omaduste tähtsa vähendamisega. Nii, juhtide soojendamise temperatuuril rohkem kui 65°C kuivab juhi isolatsioon ära ja kaotab oma elastsust mingi aja jooksul, selles tekkivad lõhed, mis ajendavad isolatsioonikatte soonte takistuse märgatavale vähendamisele ja lekkevoolu tekkimisele. Suurema ülekoormuse korral suhteliselt lühikese aja jooksul võivad juhtuda isolatsioonikatte ning isegi juhisoone metalli ja voolujuhtiva

detailide pehmendus ja deformatsioon. Reeglina tekkib pärast isolatsiooni hävitust lühis iseloomulike tuleohu faktoritega.

Ka on vaja teada, et isolatsiooni kuumenemise eriline menetlus ja põlengu eriallikas realiseeruvad isoleeritud elektrijuhi ülekoormusel. Isolatsiooni soojenemine toimub kõigele pinnale samaaegselt, mis kontakteerub voolujuhtiva soonega, ning käib kaasas pürolüüsi toodete ja õhu põlevsegu intensiivse tekkimisega. See protsess võib jätkuda juhi täis hävituseni elektritoiteallika mitte väljalülitamise tingimisel, mis toimub, näiteks, kui voolujuhtivuse soon saavutab metalli sulamise temperatuuri. Elektrijuhi hävitus saab toimuda teise mehhanismi järgi, näiteks, kui vaba rippuva konstruktsioonide elementidel juhi metall nõrkeb temperatuuril, mis on lähedane sulamise temperatuurile, ning juht hävib oma kaalu all. Iseloomulikult, et seda momenti saavutamisel toimub soone katkemine, mis kaasneb sädelahendusega, sõltumatu sellest, kas ahel on alalisvoolu või vahelduvvoolu toiteallikaga. See lahendus on tekkinud põlevsegu süütamise efektiivne allikas. Põlengu allikaks võivad olla kuumenetud kõrge temperatuurini voolujuhi sooned ja teised detailid sel juhul, kui, ülekoormuse voolud on veel rohkema kordsusega.

Samamoodi on vaja arvestada, et isolatsiooni soojenduse ja pürolüüsi protsessid toimuvad voolujuhtiva soone kogu pikkusel, seetõttu põlemine võib tekkida ühel või isegi mitmel enim soojalt pingutatud liini osadel. [6]

Teine põhjus on lühis. Lühis tekkib, kui juhtub seadme või elektriliini rike, ja sellega tulenevad suured voolud, mis kahjustavad kiire aja jooksul seadmeid ja ajendavad põlengule. Väga tähtis, et kaitse töötab õigesti kahjustuse juhul ja lülitab voolu kahjustatud osas välja sekundi murdosa vältel, ennetades selle nähtuse negatiivseid tagajärgi.

Tulekahju tekkimise põhjuseks lühise korral võib olla mitte ainult kaitse rike, vaid ka selle töötoimise eripära. Kaitse talitluse selektiivsuse tagamise jaoks sooritatakse üks astmetest teatava viivitusega. Kui rike tekib lõigul, kus kaitse töötab väikese viivitusega, siis seda aega võib piisata, et tekiks põleng. Näiteks, üht sädet on piisav, et seade õli täidetud element põleks.

Vaadates seadmete töörežiime, on vaja eraldi eristama seadme rikkis olukorras töörežiimi, mis on samuti avarii režiimiks.

Antud juhul on tegemist:

- elektriseadmega, mis evib sisemiste konstruktiivsete elementide, ajamite, juhtimisahelate ja kaitsete rike;

- nõrga kontaktühendusega;
- rõhu ning gaasi ja vedeliku tase mittevastavusega, mis tagab seadme ühte või teiste elementide talitlust, ka nende mitteõigeaegse asendamisega;
- isolatsiooni liigse reostusega.

Seadme talitlusrikkis olukorras varem või hiljem ajendab nende kahjustusele tulekahju tekkimise suure tõenäosusega. Seadme rike on seadme eksploatatsiooni, hoolduse ja ülevaatuse nõuete üleastumise järelalus. See tähendab, et tulekahju tekkimise põhjus on seadet ajendatakse rikkis olukorrale.

Samuti võib kahjustuste tekkimine objektil seadme abiahelas, omatarve ahelas lugeda avarii situatsiooniks, nagu eespool mainitud.

Sellel juhul kõige levinumad tulekahjude tekkimise põhjused on järgneva seadme sekundaar kommutatsiooni ahelate põlenguga, seadme kappide ja ruumide soojenduse ja valgustuse kahjustamine. Samamoodi tulekahju tekkimise põhjuseks võib olla jõutrafo jahutussüsteemide, sidevahendi ja telemehaanika ning ruumide ventilatsiooni süsteemide kahjustus [7].

2.2.2 Tuleohutuse reeglite rikkumine

Piisavalt levinud põlengu põhjuseks on elektripaigaldistes tuleohutuse kehtiva normatiivsete dokumentide nõuete rikkumine.

Eelkõige see on tulega hooletu ümberkäimine. Tulekahju põhjuseks võiks olla suitsetamine sobimatu kohas, heinade ja prügide põletamine.

Tuleohutuse nõude mittekinnispidamine keevitustööde sooritamisel või tuleohutuse küljest ohtliku elektriseadme kasutamine on ka põlengu põhjuseks.

Järgmine põhjus on põleva materjali ja kergesti süttiva vedeliku põlemaminek nende alleshoidmise ja kasutamise nõuete rikkumise tõttu.

Lahtise jaotusseadme eksploatatsiooni protsessis on vaja ajaldi heinu ja võsaside koristada. Tihti tulekahju tekkimise põhjus on ala koristamine kohatul ajal, eriti kui on tegemist vana rohuga.

Samuti põlengu põhjuseks saavad olla loomad ja linnud, kes sattuvad elektriseadme ja jaotusseadme sisse. Loomad poetuvad kergesti seadme kappide mittekinniste avade kaudu voolu juhtivade osade juurde ja võivad raske avarii situatsiooni tekkimise põhjuseks olla [7].

2.2.3 Juhtmete ja kaablite põlengu põhjused

1. Lühise tulemusena on juhesoonte ja kaablisoonte, nende soonte ja maa vahel liigsoojenemine võimalik järgmiste põhjuste tõttu:

- isolatsiooni ülepinge, ka piksete liigpinge läbilöök;
- isolatsiooni läbilöök mikrolõhe tekkimise kohas tehase defektina;
- isolatsiooni läbilöök mehhaanilise kahjustuse kohas eksploatatsioonil;
- isolatsiooni läbilöök vananemisest; isolatsiooni läbilöök lokaalse sisemise või välise ülessoojendamise kohas; isolatsiooni läbilöök lokaalse niiskuse tõusu või agressiivse keskkonna kohas;
- juhuslik voolujuhtivate kaablisoonte ja juhtme ühendus omavahel või voolujuhtivate soonte ühendus maale;
- tahtlik voolujuhtivate kaablisoonte ja elektrijuhtide ühendus omavahel või nende ühendus maale.

Sel viisil lühiste tagajärjed on järgmised:

1. Mehhaanilised ja termilised elektriseadmete kahjustused.
2. Põlengud elektripaigaldistes.
3. Pingetase langemine elektrivõrgus, mille tulemuseks on elektrimootorite pöördemomendi vähenemine, nende pidurdamine, jõudluse vähendamine või isegi nende ümberlükkamine.
4. Eri generaatorite, elektrijaamade ja elektrisüsteemi osade väljakukkumine sünkronismist ning avariide tekkimine, kaasa arvatud süsteemi avariisid.
5. Elektromagnetiline mõju sideliinidele, kommunikatsiooniliinidele jne.

Lühise vältimiseks on vaja:

- elektripaigaldiste valida, monteerida ja kasutada õigesti vastavalt tuleohutusnõuetele
- elektriseadmete valida vastavalt voolu suurusele, pingele, keskkonna olemusele
- teha profülaktikaülevaatuseid ja isolatsioonitakistuse mõõteid
- valida õigesti kaitseparaate, mis on määratud rikkis ala väljalülitamise jaoks enne isolatsiooni süttimist.

2. Liigsoojenemine voolu ülekoormusest järgmiste põhjuste tõttu:

- tarbija ületava võimsusega sisselülitamine ;
- tunduva lekkevoolude ilmumine voolujuhtivate juhtmete vahel, voolujuhtivate juhtmete ja maa(korpuse) vahel, seehulgas ka jaotusseadmel elektriisolatsiooni suuruse vähenduse arvel;
- ümbritseva temperatuuri suurenemine alal või ühes kohas, soe väljaviiguja ventilatsiooni halvenemine [7].

Tööstusettevõtete elektrivõrgud, elamu-, haldus- jms hoonete jõuelektrivastuvõtjate võrgud peavad kaitsma ülekoormuse eest ainult juhul, kui tehnoloogilise protsessi või võrgu töörežiimi tingimustes võib tekkida juhtmete ja kaablite pikaajaline ülekoormus.

Võrkudes, mis kaitsetakse ülekoormustest, kaitse sulavvahekud või automaati vabasti paigaldised valitakse arveldusvoolu alusel, juhi või kaabli ristlõige valitakse nii, et selle juhtme või kaabli lubatud kestav ülekoormus oleks vähemalt 125% kaitseadme maksimaalsest voolust.

Sulavvahekuid on kaks tüüpi: vähema soojusmahtuvusega (kiire toimega), näiteks, vasksed, ja suurema soojusmahtuvusega (inertsed), mis on valmistatud kõrge eritakistusega metallist, näiteks, pliiist ja selle sulamitest. Inertseid kaitseid saab kasutada juhtudel, kui võrku toidetakse elektrivastuvõtjatega, millel on käivitusvool või lühiajalised ülekoormused. Nii ei saa mitte kauakestev käivitusvool üle kuumeneda võrgujuhtmeid, siiski, kui sulavvahekul pole inertsit, siis käivitusvoolu mõjul põleb see läbi ja seega katkestab vooluahelat [8].

3. Siirdeühenduse kohtade liigsoojenemine järgmiste põhjuste tõttu:

- kontakt rõhu nõrgendamine oleva kahe või enam voolujuhtivate soonte ühenduse kohas, mis põhjustab tunduva siirde takistuse suurenemine;
- oksüdatsioon oleva kahe või enam elektrijuhtide ühenduse kohas, mis põhjustab tunduva siirde takistuse suurenemine [7].

Elektritakistus elektrivoolu üleminekukohtades ühelt kontaktpinnalt teisele läbi nende tegeliku kokkupuute kohti põhjustab voolujuhtivate detailide metalli ja külgnevate materjalide lokaalset soojendust kuni põlengute allikate ilmumiseni. Mida voolukoormus on suurem, seda intensiivsem on kontaktühenduse kuumutus, sest soojusvõimsus on otseselt võrdeline voolutugevuse ruuduga. Kontaktühenduste kuumutuse efekti tekkimine on eriti ohtlik pikaajalise lühise olukorras, mille korral voolutugevus võib ületada töövoolu sadu kordi. Sageli ajendab see teiste põlengu allikate

tekkimisele mitte ainult lühise kohas, vaid ka teistel piirkondadel, kohtades, kus sel juhul on halvad kontaktid voolu koormuse all [6].

Peab jälgima põhireegleid:

- kohad, kus elektrijuhtmed on ühendatud, peavad olema kontrollimiseks ja parandamiseks kättesaadavad;
- ühendused ei tohi olla mehaanilise koormuse all;
- ühendused peavad olema isoleeritud.

Juhtide ühenduse vahendite valimisel on vaja arvestada nende:

1. hulka
2. ristlõiget
3. kuju
4. materjali (vask, alumiinium)
5. isolatsiooni

Juhtmete ühenduse liigid:

1. Keerutatud juhtmeühendused
2. Juhtmeühendus joodisega
3. Klemmplokkide kasutamine
4. Kevadeterminaalid
5. Hargnenud kompressioon

[9]

Kvaliteetne elektrivarustamine ja pinge etteande ning püsiv ja pidev elektriseadmete töö sõltuvad suuresti elektrijuhtmete ühendusest. Tarbija koormusvoolu suurus sõltub juhtme ristlõigest ja ühenduse kvaliteedist.

Nende põhjuste analüüs näitab, et näiteks, lühis elektrijuhtides ei ole põlengu esmapõhjuseks, eriti tulekahjude põhjus. See on vähemalt kui kaheksa esma füüsiliste nähtuste tagajärg, millised ajendavad hetkelise isolatsiooni takistuse vähendusele voolujuhtivate soonte erinevate potentsiaalide vahel. Need nähtused on vaja arvata tulekahju esma põhjuseks.

2.2.4 Elektrimootorite, generaatorite ja trafode põlengu põhjused

1. Liigsoojenemine lühistest mähistes keerdude vahelise elektriisolatsiooni läbilöögi tagajärjel:
 - kõrgenenud pingest ühes mähises;
 - mikrolõhe tekkimise kohas tehase defektina;

- vananemisest;
- niiskuse või agressiivse keskkonna mõjust;
- lokaalse sisemise või välimise liigsoojenemise mõjust;
- mehhaanilistest kahjustusest;
- kollektori plaatide kinnipanek süsi ja vase tolmul voolu juhtimise sildade tekke tõttu.

2. Liigsoojenemine lühistest korpusele mähiste elektriisolatsiooni läbilöögi tagajärjel:

- kõrgendatud pingest;
- elektriisolatsiooni vananemisest;
- mähiste elektriisolatsiooni läbilöök korpusele elektriisolatsiooni mehhaanilisest kahjustusest;
- niiskuse või agressiivse keskkonna mõjust;
- lokaalse sisemisest või välimisest liigsoojenemisest.

3. Liigsoojendamine mähiste voolu ülekoormusest on võimalik järgmiste põhjuste tõttu:

- mehhaanikakoormuse kõrgendus valtsil;
- kolmefaasilise mootori töö kahel faasil;
- rootori pidurdamine laagrites mehhaanikakulumist ja määride puudumine;
- kõrgenenud toitepinge;
- kauane pidev töö maksimaalse pinge all;
- ventilatsiooni(jahutamise) häire;
- kõrgenenud lülitamissagedus koormuse ja väljalülitamise all;
- elektrimootorite pöörduvuse kõrgenenud sagedus;
- käimapaneku režiimi häired (käimapaneku eeltakistite puudus).

4. Liigsoojenemine sädelusest kontaktrõngastes ja kollektorites järgmiste põhjuste tõttu:

- kontaktrõngaste, kollektori ja harjade kulum, mis ajendab kontaktrõhu nõrgendamisele;
- kontaktrõngaste ning kollektori reostus ja oksüdatsioon;
- kontaktrõngaste, kollektori ja harjade mehhaanikakahjustus;
- kollektoril voolu väljavõtmiste elementide paigaldiskohtade häired;
- ülekoormused valtsil(elektrimootorite jaoks);

- voolu ülekoormused generaatori ahelas;
- kollektori plaatide kinnipanek süsi ja vase tolmul voolujuhtivate sildade tekke tõttu. [7]

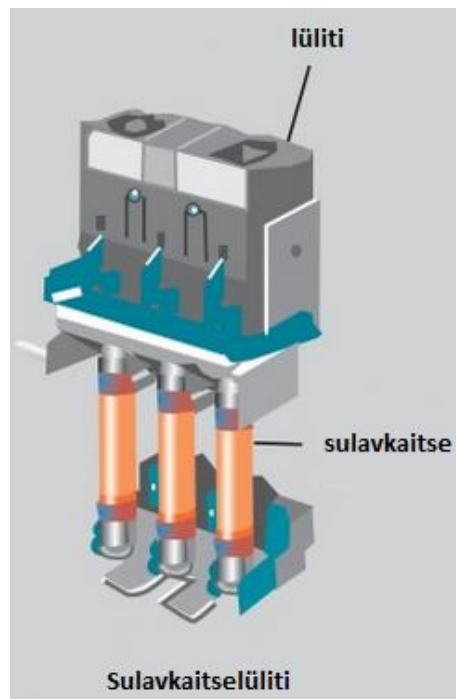
Elektrimootor

Mootorit on väga oluline varustada kaitseseadmega, et vältida ootamatuid tõrkeid, kallihinnalisi remonte ja järgnevaid kadusid elektrimootorite seisaku tõttu.

Mootorite kaitse omab kolm taset:

- Väline kaitse paigaldise lühisest. Välised kaitseseadmed on reeglina eri liiki kaitsevahendid või lühisest kaitsereleed. Antud tüüpi kaitseseadmed on kohustuslikud ja ametlikult kinnitatud, neid paigaldatakse vastavalt ohutusnõuetele.
- Väline kaitse ülekoormusest, teisisõnu kaitsmine pumba mootori ülekoormusest, järelkult, elektrimootorite kahjustuste ja töö tõrgete vältimine.
- Sisseehitatud mootori kaitse ülekuumenemisest kaitsmega, et vältida mootorite kahjustusi ja töö tõrkeid. Sisseehitatud kaitseseade jaoks on alati vaja välist lüliti, aga mõnede tüüpide mootori sisseehitatud kaitse jaoks on vaja isegi ülekoormusest releed.

Ülekoormusest ja lühisest kaitseseade peab toidet välja lülitama võrgust automaatselt. Sulavkaitse on lihtsaim seade, mis teostab kaks funktsiooni. Tavaliselt ühendatakse sulavkaitsed omavahel avarii lüliti abil, mis võib mootorit välja lülitada toitevõrgust. [6][10]



Joonis 2.2.1 Sulavkaitselüliti [10]

Sulavkaitse lüliti

Sulavkaitse lüliti on avariilüliti ja sulavkaitse, mis on ühendatud ühes korpuses. Lüliti abil on võimalik käsitsi avada ja sulgeda ahelat, samal ajal kaitseb sulavkaitse mootorit voolu ülekoormusest. Reeglina lüliteid kasutatakse seoses hooldustööde teostusega, kui on vaja katkestada voolu etteannet.

Avarii lüliti omab eraldi kaitsekate. See kaitsekate kaitseb personali elektriklemmide juhukokkupuutest, samuti kaitseb lüliti oksüdatsioonist. Mõned avarii lülitid on varustatud sisseehitatud sulavkaitsetega, teised avarii lülitid tarnitakse ilma sisseehitatud sulavkaitseteta ja on varustatud ainult lülitiga.

Voolu ülekoormusest kaitseade (sulavkaitse) peab eristama voolu ülekoormust ja lühist. Näiteks, ebaolulised lühiajalised voolu ülekoormused on üsna lubatud, aga voolu edasise suurenemisel peab kaitseade viivitamata valmis tegema. On tähtis ära hoida lühiseid otsekohe. Lüliti sulavkaitsega on seadme näide, mis kasutatakse voolu ülekoormusest kaitse jaoks. Õigesti valitud sulavkaitses lülitis katkestavad ahelat voolu ülekoormuste korral [6][10].

Kiiresti toimivad sulavkaitses

Kiiretoimelised sulavkaitses tagavad suurepäraselt kaitset lühisest. Kuid lühiajalised ülekoormused, nagu mootori käivitusvool, võivad põhjustada nende tüüpi kaitseadmete rikkeid. Seetõttu on parem kiirtoimelised sulavkaitses kasutada võrkudes, mis ei allu olulise siirdevoolu mõjule. Tavaliselt taluvad need kaitseadmed umbes 500% oma nimivoolust ühe veerandi sekundi jooksul ning pärast seda aega sulab sulavkaitse vahet ja ahel katkestab.

Järeltõttu kiirtoimelised sulavkaitses ei soovita kasutada nendes ahelates, kus käivitusvool tihti ületab kaitseadme 500% nimivoolu [6][10].

Sulavkaitse viivitusega

Antud tüüpi sulavkaitse tagab kaitset nii ülekoormusest kui ka lühisest. Reeglina need lasevad nimivoolu viiekordse suurendamist 10 sekundiga ja isegi voolu suuremaid väärtusi lühema aja jooksul. Tavaliselt seda on piisav, et elektrimootor oleks käivitatud ja sulavkaitse ei avaneks. Teisest poolt, kui ülekoormused tekkivad ja jätkuvad rohkem, kui sulava elemendi sulamisaeg, siis ahel katkestab ka [6][10].

Automaatvoolulüliti ja kuidas see töötab

Automaatvoolulüliti on kaitseade voolu ülekoormusest. See avaneb ja sulgeb ahelat automaatselt voolu ülekoormuse antud väärtusel. Kui voolulüliti kasutatakse oma tööparameetrite vahemikus, siis avanemine ja sulgenemine ei põhjusta sellele mingit kahju. Otsekohasest ülekoormuse

tekkimisest saab kergesti taastada automaatlüliti tööd - see on lihtsalt paigaldatud algsesse asendisse [6][10].

Automaatlülitel on kaks tüüpi: **termilised** ja **magnetilised** [6][10].

Termiline automaatlüliti

Termilised automaatlülid on kõige ohutum ja ökonoomsem kaitseseadmete tüüp, mis sobivad elektrimootorite jaoks. Need saavad taluda suuri voolu amplituude, mis tekkivad elektrimootori käivitamisel ning kaitsevad elektrimootorit tõrgetest, näiteks, rootori blokeerimisest [6][10].

Magnetilised automaatlülid

Magnetilised automaatlülid on täpsed, ohutud ja ökonoomsed. Magnetiline automaatlüliti on vastupidav temperatuuri muutustele, see tähendab keskkonna temperatuuri muutused ei mõju selle rakenduspiiri.

Magnetilised automaatlülid omavad rohkemat täpset määratud rakendusaega võrreldes termiliste automaatlülititega.

Ülekoormusrelee talitlused

- Saab taluda aegseid ülekoormuseid ilma ahela katkestamiseta elektrimootori käivitusel.
- Elektrimootori ahel katkestatakse, kui vool ületab lubatud piirväärtust ja tekitab elektrimootori kahjustuse oht.
- pärast ülekoormuse kõrvaldamist läheb tagasi algsendisse automaatselt või käsitsi

[6][10]

Generaator

Generaatori kaitsed välistest faasidevahelistest lühistest on mõeldud generaatori väljalülitamiseks võrgust kaitsete ja sidus ühendamiste lülitite tõrke juhul ning generaatori põhikaitsete reserveerimiseks sisemistel faasidevahelistel lühistel staatori mähises generaatori väljalülitamisele ja mitte ergutuslikuks muutmisele.

Generaatorid on varustatud ülekoormuskaitsetega (sümmeetrilistest ja asümmeetrilistest), mis reeglina käivad elektri ja alalise valvpersonaliga signaali järgi ning generaatori tühjendusele ja väljalülitamisele alalise personaliga puudumise korral.

Generaatori kaitse peab väliste faasidevaheliste lühistel talitama väljalülitamisel nii kiiresti kui võimalik. Tavalist maksimaalset voolukaitsset sisse lülitatud täisfaasivoolul releedega reeglina ei saa

kasutada kui generaatori kaitset välistest lühistest, sest see ei ole piisava tundlikkusega ja selle rakendusaja võrgu siduselementide voolukaitse toimeaja häälestamise tõttu. Järelikult kasutatakse generaatori kaitse välistest lühistest: maksimaalsed voolukaitsed pinge lisakäivitusseadistega, vastujärgnevuse voolukaitsed asümmeetrilistest lühistest ja distantskaitsed.

Väikese ja keskmise võimsuse kaudjahutamise generaatorite jaoks kasutatakse lihtsad voolukaitsed, mis reageerivad faasivoolu suurendamisele (sümmeetriline ülekoormuse häire) ja vastujärgnevuse voolu tekkimine (asümmeetrilise ülekoormuse häire).

Suure võimsusega generaatorite jaoks, millel on staatori mähiste juhtide otsejahutamine, kasutatakse vastujärgnevuse voolu kaitsed ülekoormusest, mis käivad generaatori tühjendusest ja väljalülitamisest ajalise viivitusega, mis vastavad generaatori ülekoormusvõimele [11].

Trafo

Tulekaitse üritused

Üritused, mis tagavad trafode tuleohutust, võib jagada kahte gruppi. Esimeses grupis on üritused seotud trafo kaitseaparaatidega ja erineva kaitsevarustuse seadmetega. Teises rühmas on üritused seotud trafode ja õililülitite mõistliku paiknemisega, vastavate seadmete paiknemisega, samuti hoone ja ava alade planeeringuga ja tulekustutamise vahendite valikuga.

Trafodel peaks üldjuhul ette näitama järgmiste liikide releekaitse kahjustusest ja anormaalse olukorrast:

- kõik lühiste liigid, sealhulgas on keerdu mähistes ja väljunditel
- lühis trafode õlitäidisega baki sees, kaasnev gaasi eritusega
- faasidevaheline lühis kõrge ja madala pinge voolujuhtiva latte väljundil
- lühised maale kõrge ja madala pinge voolujuhtiva latte väljunditel
- väliste lühiste voolud
- mähiste ülekoormus
- pinge suurendus väljunditel
- kahjustus jahutussüsteemis
- õli põleng

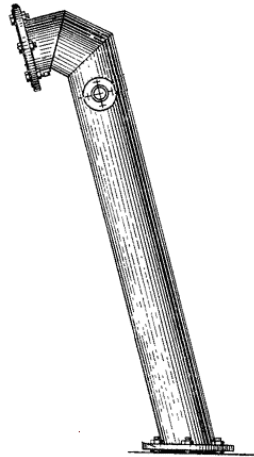
Siin ei käsitle releekaitse erimeetodeid. Kõige lihtsamate ohutusseadmete hulgale kuuluvad gaasirelee, väljalasketoru, soojusekontrolli seadmed, sulavkaitsed [14][15].

Gaasirelee (ka Buchholzi rele) paigaldatakse torul, mis ühendab trafobakki koos paisumisnõuga. See koosneb korpusest kahe flanšidega. Korpuse sisse on asetatud üksteise peale kaks messingujukit elavhõbedate kontaktidega. Ujukid ujuvad õlis ja elavhõbe ei sulge kontaktid normaalses seisundis. Gaasi mullid tõusevad trafo sees avarii olukorras bakikaanele ja täidavad releekorpust, välja tõrjudes õli paisumisnõusse sellest, näiteks, see toimub lühistel, mis kaasnetakse õli lagundamisega ja gaaside eritusega. Ujukid langevad õlitase vähendusega ja sulgevad esmaselt ülemise ujuki ja pärast madala ujuki elavhõbedad kontaktid. Ülemise ujuki kontaktid lülitavad valguse ja hääle signaalid õlilüliti kaudu ja sellega ette hoiatavad hooldemehi, aga madalujuki kontaktid annavad väljalülitamise signaali õlilüliti kaudu. Gaasirelee on efektiivne trafode kaitse sisemistest lühistest. Relee töötab õli trafost lekke juhul. Gaasirelee paigaldatakse kõikidel trafodel alates 560 kV·A võimsusega, aga tsehhis võimsus on 360 kV·A ja ülem [14][15].



Joonis 2.2.2. Trafo gaasirelee [13]

Väljalasketoru on kõikidel trafodel 1000 kV·A võimsusega ja ülem. See hoiab baki purustust ära kiire võimsuse suurenemisel trafos gaasi erituse tulemusena termilise õli lagunemise korral. Toru on ühendatud trafo bakiga ja on asetsetud selle kaanel horisondi suhtes veidi kaldu. Ülem toru ots on tihedasti kinni klaasiplaadiga. Õli ja gaasid tõusevad toru mööda rõhu olulise suurenemise juhul trafo bakis ja, purustades klaasi, viskuvad välja, küljele ja alla [14][15].



Joonis 2.2.3 Trafo väljalasketoru [14]

Soojakontrolli seadmed (elavhõbedad ja elavhõbekontaktset termomeetrid, takistuse distantstermomeeter ja termomeetriline signaalsator) aitavad määrata rohkem kuumenenud ülemiste õlikihtide temperatuuri. Soojakontrolli seadmed paigaldatakse, kui trafo võimsus ületab 1000 kV·A. Õlitemperatuuri suurenemine üle 95°C tähendab trafo sisemist kahjustust ja selle ülekoormust. Järelikult õlitemperatuuri kontrollseadmete paigaldamine trafodel on kohustuslik [14][15].

2.2.5 Jaotusseadmete, käimapaneku, ümberlülitite, juhtimise ja kaitse elektriaparaatide põlengu põhjused

1. Elektromagneti mähise liigsoojenemine isolatsiooni läbilöögist tulenevast keerdude vahelise lühisest järgmiste põhjuste tõttu:
 - kõrge pingest;
 - mikrolõhe tekkimisest tehase defekti kohas;
 - mehhaanikakahjustusest kohas eksploatatsioonil;
 - vananemisest;
 - lokaalse välise liigsoojenemise kohas kontaktide sädelusest;
 - kõrge niiskuse või agressiivse keskkonna mõjust.
2. Liigsoojenemine elektromagneti mähises voolu ülekoormusest järgmiste põhjuste tõttu:
 - kõrge pingest elektromagneti mähise toitepingest ;
 - kauakestev lahti lülitatud magnetsüsteemi olek mähise pingel all ;
 - perioodiline mitte venitamine südamikuga liikuva osa magnetsüsteemi kinnipanevate seadmete konstruktiivsete elementide mehhaanikakahjustuste korral;

- kõrgenenud sisse- ja väljalülitamise sagedus.

3. Konstruktiivsete elementide liigsoojenemine järgmiste põhjuste tõttu:

- kontaktrõhu nõrgendamine voolujuhtivate elektrijuhtide lülituskohtades, mida ajendab siirde takistuse tuntavale suurendusele;
- oksüdatsioon voolujuhtivate elektrijuhtide ja elementide ühendamiskohtades, mis ajendab siirdetakistuse tuntavale suurendusele;
- töökontaktide sädelus kontaktpindade kulumi korral, mis ajendab siirdekontakttakistuse suurendusele;
- töökontaktide sädelus kontaktpindade oksüdatsiooni ja siirde kontakttakistuse suurenduse juhul;
- töökontaktide sädelus kontaktpindade kaardude juhul, mis ajendab kontakttakistuse suurendusele kontaktkohtades;
- normaaltöökontaktide sädelus sädemete või kaarte kustutusseadmete eemaldamise korral;
- sädelus juhtmete elektriläbilöögi korpusele korral, lokaalse niiskuse, reostuse ja vananemise mõjust konstruktiivsete elementide elektriisolatsiooni vähendamise.

4. Põlengud sulavkaitsetest(kaitseseadistest) järgmiste põhjuste tõttu:

- liigsoojenemine töökontaktide kohtades kontaktrõhu vähendusest ja siirde takistuse suurendusest;
- liigsoojenemine töökontaktide kohtades kontaktpindade oksüdatsioonist ja siirde takistuse suurendusest; sulav sissepaneku sulametalli osade purunemine kaitseseadme purustuse korral, mis on põhjustatud ebastandardsete sulavate sissepanekute kasutamisega;
- ebastandardse lahti sulava sissepaneku sulametalli osade purunemine.

[7]

Jaotusseade(jaotla) või elektriline jaotusseade on üldtermin, mis hõlmab sisse kõik kommutatsiooniseadmeid, seotud eelkõige energiasüsteemi kaitsega. See hõlmab ka kõik seadmeid, mis on seotud juhatamise, mõõdu ja elektritoite reguleerimisega. Nende seadmete kokkupanek moodustab loogiliselt jaotusseadet. Teiste sõnadega, seade, mida kasutatakse kommutatsioonides, juhtimise ning elektrivõrkude kaitse ja seadmete kaitse, on teada kui jaotusseade. See on üsna jaotusseadme põhidefinitsioon.

Jaotlate hooldusülesanded on:

- jaotusseadme ja üksikute elektriahelate töörežiimi vastavuse tagamine paigaldatud seadmete tehnilistele omadustele
- sellise jaotla ja alajaama skeemi pidamine igal ajaperioodil, et need vastaksid energiasüsteemi kindla töö ning releekaitse ja automaatika seadmete tõrketu selektiivsuse töö tingimustele
- jaotla seadmete ja ruumide süstemaatiline järelevalve ja hooldus, rikete ja defektide eemaldus lühiaja jooksul, sest nende arendamine võib põhjustada tõrkeid töös ja avariisid
- hoolduskatsete ja seadmete remontide õigel ajal rakendamise kontroll
- ettenähtud korrashoidu ja ümberlülitamise järgnevuse soorituse pidamine jaotlas

[16][17]

3. ELEKTRIPAIGALDISTE TULEKUSTUTAMINE

Tulekustutamine on üsna tähtis osa elektrijaamal, sest sellest sõltub seadmete, töötajate elu ja tarbijate saatus. Tegude täpsus ja toimuvast informeeritus on oluline selles situatsioonis, on vaja teada, mis tulekustutamise meetodeid tohib kasutada aga mis kategooriliselt ei tohi.

3.1 Kustutamine veega

Kustutamise veega küsimus on diskussiooniline tulekustutamise elektripaigaldises vaatlusel. tavalisel kodanikul, projekteerijal või inseneril on vaevalt ette kujutada, et põlev trafo saab kustutada tavalise veega. Tegelikult see on võimalik, näiteks, mõned eksperdid arvavad, et kõige efektiivsem vahend on pihustatud vee seadmetele kuni 10 kV . pinge all olevate elektripaigaldiste kustutamiseks võib kasutada vett veevõrkudest, samuti loodusliku ja tehis veekogudest. Kuid on keelatud kasutada kustutusvahendina nii merevett kui ka vett vahutekitite ja soolade lisamisega. Samamoodi kompaktseid veejugasid kasutatakse elektripaigaldiste kustutamiseks juhtudel, kui süttimiskohta ei ole võimalik ligineda pihustatud vee varustamiseks. Samal ajal tuletõrjuja peab olema kaugusel mitte vähem kui märgitud normatiiv dokumentidel elektripaigaldiste lähedal voolujuhtiva osast, mis veejugaga võib kokku puutuda. Tulekahjuala suurendamise vältimiseks ei ole soovitatav põlevat õli kustutada kompaktsete veejugadega. [18]

Tavaliselt tööstuslikud elektriseadmed on varustatud automaatse tulekustutuse paigaldistega, mis käivituvad võrgu lähteparameetrite ületamisel, tulekahju tekkimisel ja pärast seda, kui seadmed on välja lülitatud automaatselt. Tekitatud tulekahju on vaja kustutada enda jõudude ja vahenditega automaatsüsteemi puudumisel [19].

3.2 Tulekustutid

On tähtis teada, milliste tulekustutitega võib kustutada eri elektripaigaldisi ning iga ettevõtte töötaja, kellel on sissepääs elektripaigaldistesse ja elektriseadmetesse, peab omama neid teadmiseid.

3.2.1 Süsihappegaasi kustutid

Selle tööpõhimõtte põhineb madala temperatuuriga etteandel koostissüütamise leegitsoonis, mis gaasijoa suure kiiruse tõttu tulistab leeki alla ning ka likvideerub tulekahju jahutamise eest. Elektripaigaldise põleng on võimalik kustutada süsihappegaasiga elektriseadmete pingega kuni 10 kV juhul [20][21].

Peapuudus on hapniku kontsentratsiooni kiire langemine ruumis, et see takistab süsihappetechnika kasutamist piiratud aluses.



Joonis 3.2.1 Süsihappegaasi kustuti [21]

3.2.2 Pulberkustutid

Kui põleng toimub elektrivõrgu alal pingega kuni 1 kV (näiteks, elektrikilpi põleng), siis juhtmestiku võib kustutada pulberkustutiga. Need vahendid tulistavad leeki alla, sest inertsipulbri kiht hoiab hapniku sattumist elektriseadmete süütamise leegile ära. Pulberkustutite seeria on eriti efektiivne põleva isolatsiooni kustutamisel elektripaigaldises. Samuti tuleb märkida, et pulbri tüüpi tooteid tohib kasutada isegi pingel all, kui see ei ületa 1 kV [23][24].



Joonis 3.2.1 Pulberkustuti [21]

3.2.3 Vahtkustutid

On kujutatud kui kaasaskantav tulekustuti, mida sageli kasutatakse kui liikuvat või statsionaarset paigaldist. See sisaldab terasest ballooni erineva mahtudega, mis on täidetud vahutekiti veebaasil materjaliga.

Genereeritud pulbi juga suunatakse süütamise leegile tulekustutamiseks. Vahtkustutite kõrgeima efektiivsust saavutatakse paigaldise ümbruse ja täielikul täitmisel.

Vahetüüpi kustutid võivad kustutada põlev vedelikke.

Nende tehnikate tõsine puudus on töövõime ainult plus temperatuuril [20][21].



Joonis 3.2.1 Vahtkustuti [21]

3.2.4 Vesikustutid

Vesi kustutid töötavad tulekahjuala täitmise veega põhimõttel ja võib kasutada ainult väljalülitamise tehnikate kustutamiseks. Nõuab elektripaigaldiste kohustuslikku väljalülitamist, see tähendab, et neid kasutatakse ainult toitekaabli nähtaval katkemisel. Tootmisel neid nõuab kasutamist tavaliselt dispetšeri luba elektrivoolu löögi riskide tõttu [20][21].



Joonis 3.2.1 Vesikustuti [21]

3.2.5 Aerosoolkustutid

Aerosooli vahenditel on kaks varianti, mis erinevad täidise tüüpi järgi: tahke ja peendisperseerne pulbri. Nende segude kustutustoiming põhineb sellel, et kõrgetemperatuuri mõjul toimub aerosooli eritus, mis blokeerib hapniku juurdepääsu, näiteks, põlevaks isolatsiooniks.

Aerosooli tulekustutitel on omapärane:

- konstruktsiooni lihtsus
- töövõime lai temperatuuri vahemikus
- kasutamisevõimalus kustutada kõikide klasside tulekahjusid

Põhi puudus on aerosooli toksilisus, et välistab nende tehnika kasutamise kinnistes ruumides [20][21].



Joonis 3.2.1 Aerosoolkustuti [22]

Ülaltoodut analüüsidest saadakse järgmised järeldused:

1. Pulbri kustutid on parem kasutada elektripaigaldiste kuni 1 kV kustutamisel
2. Pihustatud vee arvestatakse kõige tõhusam viisi elektripaigaldiste kuni 10 kV kustutamisel ning elektripaigaldiste pinge all kustutamiseks ei ole keelatud kasutada vett veevõrgust, loodusliku ja tehase veekogust, vaid ei tohi kasutada merivee ja vahetekite ja soolade lisamisega vett. Ühtlasi ka saab kustutada süsihappegaasi tulekustutite abil.

4. TULEOHUTUSE TAGAMINE EESTI ELEKTRIJAAAMAL

4.1 Eesti Elektriijaam

Narva elektriijaamad kuuluvad Eesti Energiale ja koosnevad Eesti, Auvere ja Balti elektriijaamadest ja nende maksimaalne tootmisvõimekus on kokku 12 TWh aastas. Kuna Eestis tarbitakse umbes 8 TWh elektrienergiat aastas, siis Eesti Energia elektriijaamad annavad tähtsa panuse Eesti elektriga varustamisel. Need elektriijaamad on suurimad elektrienergia tootjad, andes üle 90% toodetavast elektrienergiast Eestis. Lisaks sellele varustavad nad soojusega Narva linna, ekspordivad elektrienergiat Baltimaadesse ning Estlinki merekaabli kaudu ka Põhjamaadesse.

Eesti elektriijaam on osa Enefit Energiatootmine AS-st ning on mõeldud elektri- ja soojusenergia tootmiseks, seadmete käitamiseks ja remondi korraldamiseks. Põhikütusena kasutab Eesti elektriijaam põlevkivi, ning ta on klassifitseeritud kui A-kategooria suurõnnetuse ohuga ettevõtte. [23][25]



Joonis 4.1.1 Eesti elektriijaam (vaade tuhamaadelt)

4.2 Tuleohud Eesti elektriijaamal

Elektriijaama peakorpuse hoones on katlad, turbiinid, abimehhanismid ja seadmed. Masinasaalis on paigaldatud kaheksa energiaplokki. Suur põlemiskoormus energiaplokkides tekib kasutatava suure õlikoguse, elektrijuhtmete, elektriseadmete ning vesiniku tõttu [24].

4.2.1 Peakorpus

Peakorpuse seinad ja põrand on ehitatud raudbetoonist. Katuslaed on ehitatud erinevatest raudprofiil ehitusmaterjalidest. Täispõlengu faasis võib suure põlemiskoormuse, temperatuuri ja soojuskiirguse tõttu katus kokku variseda juba 15 minuti pärast [24].

4.2.2 Turbogeneraatori tuleohud

Turbogeneraatorid on paigaldatud peakorpuses spetsiaalsetel platvormidel, mis on toetatud metallist ehituskonstruktsioonidega omakorda ja asuvad +9,6 m kõrgusel nulltasandist [24].

Turbiiniõli

Turbiiniõli ülesanne on rootori laagri ja turbiini reguleerimise süsteemi määre turbogeneraatoris. Selleks kasutatakse turbiiniõli – „TP-22S”, mille leektemperatuur on vähemalt 180°C ja isesüttimistemperatuur on 400°C. Iga turbiini süsteemis on kuni 34 tonni õlist temperatuuriga umbes 70°C. Õli tsirkulatsioon iga turbogeneraatori õlisüsteemis toimub läbi õlibakkide mahuga 28 m³. Turbogeneraatori õlisüsteemi maht on 32 m³ [24][25].

Vesinik

Turbogeneraatorite rootorite jahutamiseks kasutatakse vesinikku. Rõhk generaatori jahutussüsteemis on 0,3 MPa. Vesiniku maht generaatori korpuses on 224 m³. Oma füüsilise omaduste järgi on vesinik eriti kergesti süttiv gaas, ning võib süttida kuumustest, sädemest ja ka leegist. Vesiniku isesüttimistemperatuur on 510°C [24][25].

4.2.3 Trafo tuleohud

Igasse energiablokki kuulub transformaator, mis sisaldab suurt kogust õli (kuni 62,5 t). Igal energiablokil on ka maa-alune mahuti õli äravoolu jaoks, juhul kui peaks õlisüsteemis toimuma avarii [24].

Trafoõli

Olevat õli kasutatakse transformaatoris jahutamiseks ja mähise isoleerimiseks. Eesti elektriijaama transformaatorites ja õilülitites kasutatakse õli „Transformaatoriõli TG“, mille leektemperatuur on 135°C kuni 150°C ja isesüttimistemperatuur on 270°C [24].

4.2.4 Elektriohud

Kõik seadmeid, mida kasutatakse elektriijaamades elektri tootmiseks on elektripinge all. Nende pinge jagatakse sõltuvalt eesmärgist alalis- ja vahelduvvooluks ning madal- (0,4 kV) ja kõrgepingeks (6 kV) [32].

Elektrilöök

Nii elektriseadmed kui ka kõik ehitised ja paigaldised on maandatud. Kuna vee- ja keskküttetorude maandus on ühendatud maaga, siis saab inimene nende ning faasijuhtme üheaegsel puudutamisel elektrilöögi. Inimene saab elektrilöögi siis, kui ta on ühel ajal kokkupuutes pinge all oleva faasijuhtme ja maaga, mille tagajärjel vool läbib teda. Inimene, kes puudutab ainult faasijuhet, aga on maast isoleeritud, ei saa elektrilööki, sest sellisel juhul ei läbi vool inimese keha. Samuti ei juhtu midagi, kui puudutada ainult nulljuhet, sest see on lihtsalt maaga ühendatud, ehk juhe pole pingestatud.

Siiski, kui tegemist on elektrienergiaga, ei ole midagi täpselt kindel, sest sa ei tea kunagi, kas juhtmete ümbritsev isolatsioon on korras või jalgade kummist jalatsid on täiesti terved ja kuivad [26] [27].

Elektrivool

Tavaliselt arvatakse inimese tervisele ohutuks 10...20 mA voolu. Suurem vool põhjustab lihaste krampe, hingamishäireid ja halvemal juhul ka südamelihaste värelemise, mille tagajärjel võib peatuda vereringe ja aju verevarustus. Alla 10 mA voolu arvatakse üldjuhul ohutuks sõltumata kestusest. Oht sõltub voolutugevusest ja kestusest. Südame piirkonda (parema käe ja vasaku jala) voolu läbimist arvatakse kõige ohtlikumaks. Näiteks 0,6 - 1,5 mA voolu puhul võib inimene tunda sõrmede värisemist, millest suudab ta end ise vabastada. 20 - 25 mA käte halvatust (sellise voolu puhul inimene end ise vabastada ei suuda). 50 - 80 mA vool tekitab hingamishäired ja lihaste krampe.

Kuna tulekustutustööd kõrgepinge elektriseadmetega objektidel on üsna keerulisemad ja raskemad, kui teistel objektidel, siis tuleb jälgida ohutusnõudeid ja kasutada vastavaid tulekustutusaineid [28].

4.3 Tuleohutuse tagamise menetlused Eesti elektrijaamal

4.3.1 Töötajate õpe

Töötajate tuleohutuse õpe on üsna oluline tööprotsesside osa, sest elektrijaamad on energeetika tööstuse kõige tuleohtlikumad objektid. Suur raske protsesside ja seadmete hulk, nõndasama põlevmaterjalide kohalolek sunnib kasutada kõiksugu kiire ilmsikstuleku ja operatiivse teate süsteemi tulekahju tekkimisel. Tulekahju võib olla päris destruktiivne elektrijaamale, sest et põlemine kasvõi ühes osas võib elektrienergia tootmist mitu nädalad katkestada. Seetõttu tuleohutus on oluline eduka töö osa, ning mitte ainult eraldi elektrijaamale, vaid ka kõigi energeetikatööstuse ettevõtetele.

Uus töötaja peab läbima mitu tuleohutuse õppe etappi enne kui ta asub tööle iseseisvalt elektrijaamas.

Ettevõttesisene väljaõppe kujutab endast ettevalmistust, toetust ja personali kvalifikatsioonide kõrgendamist. Kõik see toimub ettevõtte enda ressurssidega, ilma et kasutataks väljaspool pakutavaid õppeteenuseid [29].

Tabel 4.3.1 Instrueerimise tüüpid [29]

Instrueerimise tüüpid	Sisu	Organiseerijad ja korraldajad
Sissejuhatav	Töötaja tutvustamine kohalike töötingimustega, sisemiste töökorraldustega ja põhiliste töökaitse küsimustega	Eriprogrammi tuleohutus rühma spetsialistid
Algeline	Anda töötajale teavet oma töökoha tingimuste, töökohustuste, tootmisriskide, ohutusnõuete ja tuleohutuse antud töökohal	Isikud, kes vastutavad teenuse või ala tuleohutuse eest ühiselt
Perioodiliselt korduv	Töökaitse reeglite ja juhiste teadmiste tase kontroll ja vajadusel teadmiste täiendus individuaalselt või sama ameti töötajate rühmaga	

Tabel 4.3.1 järg [29]

Instrueerimise tüüpid	Sisu	Organiseerijad ja korraldajad
lisa (mittekorriline)	Lisa instrueerimise mahu ja sisu määrab igal konkreetsel juhul tööandja(töökoha juht)eeskirjaks põhjustest ja asjaoludest sõltuvalt, mis eeldavad selle toimumist. Lisa instrueerimise registreerimisel on märgitud selle toimumise põhjus.	Isikud, kes vastutavad teenuse või ala tuleohutuse eest ühiselt

Operatiivse personali õpe ja stažeerimine

Personali õpe töökohal tehakse personali professionaalse ettevalmistuse vajadusel või ebarahuldava personali valmistuse korral võimalikel avarii juhtudel.

Operatiivse personali valmistamine hõlmab:

- stažeerimine
- teadmiste kontroll
- dubleerimine
- avarii vastaste ja tuletõrje treeningud

Operatiivtöötajate jaoks sisaldab endas väljaõppe programm lühiajalist tööd operatiivpersonali põhi töökohtadel, kus nad hakkavad ise hiljem juhtima ning omandavad praktika seadmetega, mis nende kasutusse lähevad.

Ettevalmistamise stažeerimise protsessis töötaja peab:

- ära õppima tehnilise eksploatatsiooni, ohutuse, järelevalve ja tuleohutuse reeglid;
- uurima skeeme, tootmis- ja ametijuhendeid, mille teadmine on kohustuslik selle töökoha tööülesannete täitmiseks;
- õppima orienteeruma oma töökohal hästi;
- omandama tootmisoperatsioonide täiendamiseks vajalikke teadmisi;
- uurida avariivaba, ohutu ja ökonoomse eksploatatsiooni meetodeid ja tingimusi teeninduses olevate seadmete kohta [29].

Muude personalide õpe töökohal

Muu töötajad peavad omama kõiki teadmisi, mis on mainitud eelmistes punktides. Lisaks töötajad peavad läbima tuleohutuse koolituse ja osalema evakueerimise treeningus vähemalt üks kord aastas [29].

Dubleerimine

Dubleerimise ajal dublant koos oma õpetajaga võrdselt vastutavad selle eest, et tööoperatsioonid oleks täidetud õigesti ja et töötajad järgiksid ohutusnõudeid. Operatiivtöötajad peavad läbima dubleerimise väljaõppe peale seda, kui nad on läbinud teadmiste kontrolli ja olnud puhkusel (alates kahest nädalast kuni kahe kuuni - kokku 1-2 vahetust. Kui vaheaeg on jäänud kahe ja kuue kuu vahel, siis kuni 6 vahetust). Teistel juhtudel võib määrata vahetusi teenuseosutaja või struktuuriüksuse juht oma äranägemise järgi [29].

Iseseisvalt tööle hakkamine

Iseseisvalt lubatakse tööle siis, kui on täidetud järgmised nõuded:

- Operatiivpersonal - sissejuhatava ja algelise instrueerimise, stažeerimise, teadmiste kontrolli, dubleerimise ning avariivastase ja tuleohutuse eduka treeningu läbimise pärast.
- Inseneri-tehnilise töötajate ja teostuste personal kes on seotud tootmisega - sissejuhatava ja algelise instrueerimise, stažeerimise ja teadmiste kontrolli läbimise pärast.
- Kontoripersonal - sissejuhatava ja algelise instrueerimise läbimise pärast.

[29]

Kvalifikatsiooni kõrgendus

Kvalifikatsiooni kõrgenduse eesmärk on viia töötajate kvalifikatsioonitase vastavalt muutuvatele tootmistingimustele, kujundada nende professionaalsus, valmistada spetsialiste ja kõrgelt kvalifitseeritud töötajaid ametlikeks liikumisteks või neile sobiva palga määramiseks, samuti töötajate kvalifikatsiooni klasside omastamiseks [29].

4.3.2 Elektripaigaldiste hooldustööd Eesti elektri jaamas

Hooldustööde ülesanne on säilitada elektripaigaldised nõutavas seisukorras. Elektrihooldus koosneb üldjuhul:

- hooldusteenindusest, mille eesmärk on vältida isolatsiooni läbilööki ning hoida seadmeid heas seisundis
- remonditeenindusest, mille eesmärk on vigaste osade parandamine või asendamine

Hooldustöid on kahte tüüpi:

- töö, mis on seotud elektrilöögi, lühise või elektrikaare ohuga ning seetõttu tuleb need tööd teha vastavalt tootmistööde reeglitele pinge eemaldamise, pinge all töötamise või tööd voolujuhtiva osade puhul, mis on pinge all
- töö, kus seadme konstruktsioon võimaldab seda lihtsustatud viisil täita

Hooldustöid võib teostada vastavalt oma ala elektrotehniline või instrukeeritud personal (kes on saanud väljaõppe sellistele töödele). Personalil peavad olema vajalikud ja heas seisundis töö-, katse- ja mõõtevahendid ning samuti ka kaitsev varustus.[30].

4.3.3 Eesti elektriijaama kiirreageerimise tuletõrje

Eesti Energia Narva Elektriijaamade koosseisu kuuluv Eesti elektriijaam on tähtis strateegiline objekt ja elutähtsa teenuse osutaja, kus päästetöö ja tuleohutuse tagamine on elektritootmise lahutamatu osa. Oma päästjate ja tehnika omamine võimaldab sündmuskohale jõuda minutitega. Uued tänapäevased päästeautod aitavad ohuolukordadele kiiremini ja efektiivsemalt reageerida ning kustutada tuld või osutada muud päästeabi kuni riigi lisajõudude saabumiseni.

Eesti Energia päästekomando on ööpäevaringselt valmis reageerima kuueliikmelise meeskonnaga. Kõik väljakutsed elektriijaama ja õlitehasesse on kõrgendatud riskiastmega.

Eesti Energia päästjad peavad vastama riigi päästjatega samadele nõuetele ning päästeüksuse vahtkonna vanemad vastama päästetööde juhi kutseoskusalõuetele, mida tuleb omandada Sisekaitseakadeemia päästekoolis [23].

4.4 Tulekustutamine Eesti elektriijaamal

4.4.1 Kustutamise järjekord

Elektriseadmete tulekahju tekkimisel elektripaigaldiste ruumides esimene isik, kes on märkinud tulekahju, peab viivitamatult teatama sellest elektriijaama vahetusevanemale, teeninduse vahetusevanemale või päästekomando juhatajale ning pidades meeles võimalike elektriseadmete ohutu kustutamise meetmeid, alustama tulekustutust tulekustutusvahenditega võimaluse korral. Kui vahetusevanem on saanud tulekahjust teate, saadab ta selle päästeteenistuse häirekeskusele, elektriijaama juhtkonnale ja energiasüsteemi dispetšerile.

Elektrijaama vahetusevanem, automaatika ja mõõtmiseteeninduse ülem peab enne päästekomando saabumist koos oma isikliku või alluvate personalidega teostama järgmised punktid:

1. Määrama tulekahju koht ja võimalikud leviku viisid
2. Hindama ohtu olemasolevatele seadmetele ja määrama tulekahju tsoonis asuva elektriskeemi ala
3. Kontrollima automaatse (statsionaarse) tulekustutusüsteemi aktiveerimist (kui see on olemas). Rikke korral - kasutada seda käsitsi.
4. Looma töötajatele ja päästeüksustele ohutuid tingimusi tulekahju likvideerimiseks (seadmete väljalülitamine, pinge eemaldamine, õli väljalaskmine, vesiniku nihkumine jne) ja eemaldama kogu personal ohutsoonist.
5. Tagama juurdepääs põletusseadmetele ning avama ukсед, väravad, jaotusseadmed, kaabliluuksed, kaabliroomide tulekindlaid luuke.
6. Korraldama tulekustutust koos olemasolevate tulekustutusvahenditega, järgides ohutusereegleid ja töökaitse juhiseid.
7. Eraldama päästemeeskonnale kohtumisele töötajat, kes teab juurdepääsuteede ja veeallikate asukohta.
8. Inimelule ohu korral korraldama viivitamatult nende evakueerimine, kasutades kõiki elektrijaama ja tuletõrjeüksuste vahendeid ja jõudu ning vajadusel helistama meditsiiniteenistusele.
9. Lõpetama kõik tööd seadmetel või ruumides, mis on seotud tulekahju tekkimise seadmetega
10. Samaaegselt tulekahju kustutamise tekitatakse hoonete ja tehnoloogiliste seadmete konstruktsioonelementide jahutamist, mis on ohustatud kõrgete temperatuuride mõjust.

Päästeüksustele tulekahju kustutamise ajal, teenistuse vahetusevanem või tema juhiste kohaselt on operatiivpersonal isik kohustatud andma tulekustutus juhatajale juurdepääsu tsooni jälgimiseks nõuandeid, elektrotehnika ohutunõusid, ettevaatuse meetodite ohu lähendi voolujuhtivatele osadele, mis jäävad pinge alla, lisaks õli, gaasi ja õhku täidetud seadmete plahvatuse ohu vältimist päästekomandole ning koordineerib oma tööd ja korraldusi päästetöö juhiga ja teavitab tulekahju ajal elektripaigaldiste ja muude seadmete seisundi muutustest [31].

4.4.2 Tulekustutus vahendid

Elektrijaama peakorpus, hooned ja kütuse etteande süsteemid on varustatud tehnilise veevarustuse süsteemiga (veelootus süsteemiga), mis saab vett turbiini kondensaatorite

jahutusvee ärakanalist. Samal ajal see süsteem töötab kui peakorpuse, hoonete ja kütuse etteande ehitiste tuletõrje võrguna. See võrk on trafode ja kaablite tunnelide tulekustutus süsteemi toiteallikas.

Kõikidel tuletõrje võrkudel on tuletõrjesüsteemide ja tuletõrjeautode jaoks vee sissevõtmise seadmed.

On vajalik teada, et Eesti Elektriijaamas pinge all elektripaigaldiste kustutamisel on keelatud kasutada tulekustuteid, mis kasutavad vahtu, kuna vaht ja vahutekiti vees on kõrge elektrijuhtivusega. Erandjuhtudel vaht kõrgkordse generaatori eelkinnistamise ja selle usaldatava maanduse korral ning ka tuletõrjeautode maandamisel on lubatud pinge all elektripaigaldiste tulekustutamine õhu-mehaanilise vahuga kuni 10 kV.

Tulekustutusvahendid Eesti elektriijaamal:

- Vee tulekustutamine
- Automaatne tulekustutamine
- Süsihappegaasi paigaldised ja tulekustutid
- Pulbri tulekustutid
- Vaht tulekustutid
- Liiv
- Väävlipuhastuse paigaldiste inseneri ruumid on varustatud automaatse gaasikustutuse süsteemiga

[31]

4.5 Tuleohutuse tagamise analüüs Eesti elektriijaamal

"Elektripaigaldiste kustutamine" peatükist on teatud, et veega kustutamine on kõige efektiivsem elektripaigaldiste kustutamine isegi kui need on pinge all, aga kuni 10 kV. Vastavalt "Eesti elektriijaama elektripaigaldiste tulekustutuse juhendile" on võimalik kasutada kompaktsed ja pihustatud veejuhtmeid tulekustutusele ilma elektripaigaldiste pinge eemaldamiseta, kuid see on lubatud ainult tuletõrjuja avatud ülevaatele elektripaigaldistes, sealhulgas kaablid on nimipingel kuni 10 kV. Samal ajal tuletõrje vooliku otsad peab peavad olema maandatud ning tuletõrjuja peab töötama dielektrilistes kinnastes ja saabastes või kummis saabastes ja peab olema vähemalt ettenähtud kaugusel, mis sõltub nimipingest (kuni 1 kV või algus 1 kV kuni 10 kV). Süsihappegaasi ja pulbri kustutid kasutatakse ka kohalike tulekahjude likvideerimisel kinnistes elektripaigaldistes, sest need on lihtsad, ohutud ja neid tuleks esmalt kasutada. Kõik Eesti Elektriijaama tulekustutus

vahendid kontrollitakse nende seisukorra poolest ning säilitatakse ja kasutatakse vastavalt Eesti Vabariigi nõuetele.

Eesti Elektriyaamast varem kirjutatud peatükkide põhjal pühendatakse tähelepanu objektide tuleohutusele. Eesti Elektriyaamas korraldatakse õppusi nii uutele töötajatele kui ka vanematele, kui on vastavalt sätestatud Eesti Vabariigi tuleohutuse seadustes. Enne kui asub tööle uus töötajale antakse talle kõik vajalikud tuleohutuse teadmised tema töökoha kohta. Kõik Eesti Elektriyaama töötajad läbivad tuleohutuse regulaarseid õppeid [1].

Tuletõrje treeningud korraldatakse vähemalt 1 kord kuue kuu jooksul tulekahju tingimustes, oma koosseisuga ja koostöös Auvere päästekomando vastavalt elektriyaama personali seotud elektripaigaldiste juhatusega "Tuleohutuse operatiivse plaanile".

Isikud, kellel on õigus tulega töötada, läbivad teadmiste kontrolli vähemalt kord 3 aasta jooksul [29].

Elektriyaama personal, kes ei ole seotud elektripaigaldiste juhtimisega, saavad koolituse evakueerimise ja tulekahju korral vähemalt kord aastas ning läbivad lisaks vähemalt üks kord kolme aasta jooksul "Tuleohutuse reeglid" teadmiste kontrolli. See vastab täielikult Eesti Vabariigi seadustele [32].

Elektripaigaldiste kasutamine ja nende hooldamise kord on kooskõlas õigusaktide ja juhendite nõuetele, samuti on määratud elektripaigaldiste eksploatatsiooni korraldaja, mille jaoks on loodud kõik tingimused ülesannete täitmiseks. Elektriseadmete ja elektripaigaldiste ohutuks hooldamiseks on koostatud ja kogutud kõik vajalikud dokumendid, sealhulgas remondidokumendid (hooldusprotseduurid, kontroll- ja katsemenetlused, nende tulemused jne). Elektripaigaldiste eksploatatsiooni korraldajal on üks dokumentatsiooni komplekt. Kõik see vastab täielikult seadmete Eesti Vabariigi tuleohutusnõuetele [33].

Kõikide tuleohtlike ainete säilitamine, mis on Eesti elektriyaama territooriumil säilitatakse vastavalt Eesti Vabariigi nõudele [1].

KOKKUVÕTE

Tänapäeval on maailma eri tüüpi elektrijaamades toimunud suur õnnetuste arv, seega kasvab tuleohutuse tähtsus ja teadmiste väärtus. On oluline teada, et iga avarii korral energia ettevõttel on alati tagajärjed ja selle mastaap võib jahmatada halvas mõttes. Järelikult, on tähtis valdada elektriseadmete kaitsevahendite teadmisi, mis hoiavad kahjustusi ära lühiste ja ülekoormuste korral, mis on sagedaseks elektriseadmete rikete põhjusteks. Antud lõputöös uuriti tuleohutus, tulekahju põhjused ja elektripaigaldiste tulekustutusvahendid energeetika ettevõttel ning analüüsiti Eesti elektrijaama tuleohutus.

Antud töös uuriti tuleohutuse teema genereerimise energeetika ettevõttel. Tuleohutuse eeskirjade ja nõuete pidamine aitab vältida suuri kahjusid tulekahju korral.

Antud lõputöö eesmärgiks oli uurida töötava energeetika ettevõtete tuleohutust Eesti elektrijaama põhjal.

Sissejuhatuse osas püstitati konkreetsed ülesanded lõputöö kirjutamiseks.

Esimeses peatükis "Tuleohutus" kirjeldati tuleohutus ja selle tähtsus, samuti esitati teave ruumide projekteerimise ja ehitamise kohta. Lisaks esitati hoonete kategooriad ja määrati, et energeetika hooned kuuluvad 6. kategooriasse ehk tööstus- ja laohooned.

Teine peatükk "Tulekahju ohud elektrijaamal" vaadeldi tulekahju põhjused elektrijaamadel. Erinevatest energiaressurssidest toodetud energia statistika näitab, et soojuselektrijaamad toodavad maailma suurima energia hulka. Sellest peatükist selgus, et kõige levinumad tulekahjude põhjused on avarii režiimid, nagu ülekoormus ja lühis, samamoodi on tuleohutuseeskirjade rikkumine töötajate poolt. Selles peatükis vaadeldi seadmete kaitsmine avarii režiimi ning järelikult ka tulekahjude eest .

Kolmandas peatükis "Elektripaigaldiste tulekustutamine" on käsitletud elektripaigaldiste tulekustutusvahendid. Antud peatükis analüüsitakse elektripaigaldiste tulekustutuse liigid pingel all ja mitte. Leiti, et veega kustutamine sobib sellistele seadmetele, mis on pingel all kuni 10 kV ja ilma pingeta, lisaks sobib kustutamine süsihappegaasikustutiga. Samuti leiti, et saab kasutada pulberkustutit elektriseadmete kustutamiseks nii enne kui ka pärast pingel eemaldamist, kuid ainult seadmetele pingega kuni 1 kV.

Neljandas peatükis "Eesti elektrijaama tuleohutuse tagamine" oli vaadeldud Eesti elektrijaama tuleohutus. Kirjeldati selle tagamine personali tuleohutuse õppe, teadmiste kontrolli ja evakuatsiooni treeningu korraldamise abil vähemalt kord aastas ning samuti seadmete hooldustööde korraldamise abil ja oma päästekomando olemasoluga hädaolukordadel. Tehti Eesti

elektrijaamade tuleohutuse tagamise võrdlev analüüs juba töös kirjeldatud tulemuste ja Eesti Vabariigi seadustega. Analüüsi tulemuseks leiti, et Eesti elektrijaam vastab kõikidele standarditele ja nõuetele, mis tähendab, et investeeritakse palju jõudu tuleohutuse tagamiseks, sest Eesti elektrijaamal ei ole kunagi olnud tõsisid õnnetusi.

Antud lõputöö järeldati, et tuleohutus tegutsevas energia ettevõttes on väga oluline, sest tulekahjude tagajärjed sellistes objektides on ohtlikud ja võivad täielikult rivist välja viia elektrienergeetika objekti. Seetõttu on vaja tulevikus selliste objektide tuleohutusse investeerida võimalikult palju ressursse, kuna need panused hüvitavad objekti katkestamatu töö, raha mitte kaotamise võimalusega elektripaigaldiste tulekahjude tagajärje tõttu ning ka tervisliku ja kahjustamata personaliga.

Kokkuvõtteks võib öelda, et lõputöö eesmärgid on edukalt saavutatud. Kõik töös püstitatud ülesanded on täidetud. Antud lõputöö on kasulik lugemiseks kõikidele inimestele, kes on seotud elektripaigaldiste ja elektrijaamadega või inimestele tulevikus seotud antud valdkonnaga, samuti see töö on kasulik õpilastele tuleohutuse uurimiseks energeetika ettevõttel.

SUMMARY

Considerable amount of various power plant accidents occurred by today. Due to this reason fire safety importance and value is constantly growing. It is important to understand that any accident's scale can be terrifying. Thence it is essential to keep in have knowledge of electrical protection devices which prevent short circuits and current overloads as these are most common reasons of breakdowns in electrical equipment. In this thesis, fire safety, fire causes and fire extinguishing equipment for electrical installations were investigated by the energy company and the fire safety of the Eesti power plant was analyzed.

The topic of fire safety at the power generation company was investigated. Knowledge of fire safety rules and requirements can help avoid large losses in case of a fire at an energy company. The purpose of this work was to study the fire safety of an operating energy company based on the Eesti power plant.

The first chapter "Fire safety" is about fire safety in general and how important it is, information on the design and construction of premises were also provided. The categories of buildings are given and it is clear that the energy buildings belong to the 6th category, or so called industrial and warehouse buildings.

The second chapter "Fire hazards in a power plant" is the most voluminous and informative, as the causes of fires at power plants are considered there. The statistics based on energy produced by various energy resources shows that thermal power plants produce the largest amount of energy in the world. This chapter indicates that the most common causes of fires are emergency operational states such as current overload and short circuit, as well as violation of fire safety rules by employees. Additionally, this chapter provides information regarding the protection of devices from emergency operational state, respectively, and fire emergencies.

In the third chapter "Fire extinguishing of electrical installations", the ways of extinguishing fires in electrical installations were considered. This chapter analyzes the types of fire extinguishing for electrical equipment with and without voltage. It was found that water extinguishing is suitable for equipment under voltage up to 10 kV and without, as well as extinguishing with carbon dioxide extinguishers suitable for such devices. Powder fire extinguisher can be used to extinguish electrical installations both before and after the removal of voltage, but only up to 1 kW.

The fourth chapter "Ensuring the fire safety of the Eesti power plant" examines the fire safety of the Eesti power plant. It was written in details how to provide it using training and testing the knowledge of fire safety of employees and conducting evacuation trainings at least once a year.

Moreover, carrying out preventive maintenance of equipment and having a rescue team for emergency cases. A comparative analysis of the fire safety of the Eesti power plant was also carried out based on the previously written in the work and the laws of the Republic of Estonia. Based the analysis results it can be said that everything meets the standards and requirements at the Eesti power plant. It indicates that a lot of effort is invested to ensure fire safety since the Eesti power plant has never had serious accidents.

The major conclusion of this work is that fire safety at the operating energy enterprise is very important, since the consequences of fires at such facilities are very dangerous and can completely disable the power engineering facility. Therefore, in the future, it is necessary to invest as much resources as possible in the fire safety of such facilities, since these contributions pay off with the continuous operation of the facility. As a result, there will be no money loss due to the consequences of fires on electrical installations, as well as healthy and unharmed personnel.

In conclusion, it can be said that the goal of the work has been achieved. All the tasks set at the beginning of the work have been completed and this work would be useful for reading to all people who already have any relation to electrical installations and power plants or people who will have to in the future, as this work will be useful for students to study fire safety at the energy enterprise.

KASUTATUD KIRJANDUS

[1] Riigi Teataja, "Tuleohutuse seadus", 2010 [WWW]

<https://www.riigiteataja.ee/akt/130122015052> (15.04.2019)

[2] J. Šuvalova, Loengukonspekt õppeaines "Energiasüsteemid", 2017

[3] E. Ciapessoni, "Threats and risk analysis in the management of Power System security", 2014 [WWW]

<http://www.after-project.eu/upload/moduli/pagine/public/doc/AFTER%20-%20Threats%20and%20Risk%20analysis%20in%20the%20management%20of%20PS%20Security%20-%20Ciapessoni.pdf> (15.05.2019)

[4] International Energy Agency, "Power" , 2019 [WWW]

<https://www.iea.org/tcep/power/> (05.05.2019)

[5] М. Рукин, "Анализ аварийных ситуаций на теплоэлектростанциях", 2017 [WWW]

<http://lib.secuteck.ru/articles2/firesec/analiz-avariynyh-situatsiy-na-teploelektrostantsiyah> (15.03.2019)

[6] С.С. Тимофеева, В.В. Малов, Учебное пособие "ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК", 2015 [WWW]

https://www.istu.edu/docs/education/faculty/institute_entrails/bjd/magistr/024.pdf (1.05.2019)

[7] Д. В. Зеляковский, Учебное пособие "Пожарная безопасность электроустановок", 2010

[8] Life-prog, „Защита проводов электрических линий от токов короткого замыкания и перегрузок“, 2013 [WWW]

https://life-prog.ru/1_3484_zashchita-provodov-elektricheskikh-linij-ot-tokov-korotkogo-zamikaniya-i-peregruzok.html (12.04.2019)

[9] H-construction, „Elektriline kontakt – juhtmeühendus“, 2019 [WWW]

<https://et.hanneganconstruction.com/soedinenie-dvuh-provodov.php> (11.04.2019)

[10] Eti, „Защита электродвигателя“, 2017 [WWW]

http://www.eti.su/articles/elektricheskie-mashini/elektricheskie-mashini_1580.html (12.04.2019)

[11] Саяно-Шушенский Филиал Сибирского Федерального Университета, „Курс лекций по релейной защите“, 2008 [WWW]

<https://studfiles.net/preview/6757333/page:27/> (27.04.2019)

[12] Apparat kodulehekül, Trafo gaasirelee [WWW]

<http://www.apparat.su/rele/buhgolca/gazovoe-rele-transformatora-gazovoe-bf-80-q-bf-50-10-rzt-25-rzt-50-rzt-80-rgt-50-rgt-80-rst-25-struynoe-urf-25-10.html> (15.05.2019)

[13] В. Ш. Аншин, З. И. Худяков, учебное пособие „Сборка трансформаторов“, 1991 [WWW]

<http://forca.ru/knigi/arhivy/sborka-transformatorov-26.html> (13.05.2019)

[14] Э.Ф. Киреева, С.А. Цырук, “РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ“, 2013

[15] М. А. Шабад, “Защита трансформаторов распределительных сетей“, 1981

[16] П.М. Диченко, „Справочник проектировщика электрических сетей и подстанций“, 1963

[17] В.Я. Васильева, Т.Л. Дробиков, ВЛ. Лагутин, „Эксплуатация электрооборудования электрических станций и подстанций“, 2000

[18] Ярослав Мироненко, Особенности тушения пожаров на электроустановках, 2017 [WWW]

<http://lib.secuteck.ru/articles2/firesec/pozharotushenie-na-energeticheskikh-obektah> (15.05.2019)

[19] Энциклопедия безопасности, Выбор огнетушителя для тушения электроустановок, [WWW]

<https://protivpozhara.com/likvidacija-vozhgoraniya/dejstvie/ognetushitel-dlja-tusheniya-elektroustanovok> (17.05.2019)

[20] Д.Макаров, „Огнетушители для тушения электроустановок“, 2018 [WWW]

<https://www.asutpp.ru/ognetushiteli-dlya-tusheniya-elektroustanovok.html> (13.04.2019)

[21] Tuleohutuskaubamaja, „Tulekustutid ja nende tüübid“, 2018 [WWW]

<https://www.tuleohutuskaubamaja.ee/tuleohutus/tulekustutid-ja-nende-tuubid> (15.04.2019)

[22] Bezpeka kodulehekül, Aerosoolkustuti [WWW]

<http://bezpeka.zp.ua/ognetushitel-aerozolnyy-vvpa-500-letniy.html> (15.04.2019)

[23] Eesti Energia kodulehekül, www.energia.ee (20.04.2019) [WWW]

- [24] „План ликвидации чрезвычайных ситуаций на Эстонской электростанции“, Auvere, 2018
- [25]“Общая инструкция по пожарной безопасности на территории Эстонской электростанции“, Auvere, 2018
- [26]Elektriõnnetused, „Elektrilöök“, 2019 [WWW]
<http://opetaja.edu.ee/112/112/3.htm> (02.05.2019)
- [27] Б.И. Кашолкин, Е.А. Мешалкин, „Тушение пожаров в электроустановках“, 1985
- [28]R. Oidram, P. Raesaar, Loengukonspekt õppeaines „Alajaamad“ 2 osa, 2013
- [29] „Внутреннее производственное обучение персонала“ , Auvere, 2018
- [30] „Правила по безопасной эксплуатации электроустановок“, Auvere, 2018
- [31] „Инструкция по тушению пожаров в электроустановках Эстонской ЭС“, Auvere, 2018
- [32]Riigi Teataja, „Tulekahju korral tegutsemise plaanile ning evakuatsiooni ja tulekahju korral tegutsemise õppuse korraldamisele esitatavad nõuded“, 2010 [WWW]
<https://www.riigiteataja.ee/akt/13356586> (16.05.2019)
- [33]Riigi Teataja, „Seadme ohutuse seadus“, 2015 [WWW]
<https://www.riigiteataja.ee/akt/113032019153> (16.05.2019)