

P. ČYRAS, R. ŠUKYS, V. GIRNIUS, V. NAINYS

# *ŽMONIŲ SAUGA*

*TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ SAUGA  
GAISRINĖ SAUGA*

Paskaitų konspektas

Vilnius, 2005

## TURINYS

Pratarmė

### **4. TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ SAUGA**

- 4.1. APSAUGA NUO ELEKTROS (J. Tartilas)
  - 4.1.1. Elektros traumų kilimo priežastys
  - 4.1.2. Elektros srovės poveikis žmogaus organizmui
  - 4.1.3. Patalpų klasifikacija elektros srovės pavojingumo atžvilgiu
  - 4.1.4. Apsaugos nuo elektros būdai
  - 4.1.5. Pirmoji pagalba įvykus elektros traumai
  - 4.1.6. Apsauga nuo žaibo
  - 4.1.7. Apsauga nuo statinės elektros
- 4.2. STATYBOS DARBŲ SAUGA (P. Čyras)
  - 4.2.1. Darbų saugos sprendiniai projektinėje dokumentacijoje
  - 4.2.2. Darbų saugos sprendiniai statybos darbų technologiniame projekte
  - 4.2.3. Darbų saugos analizė aiškinamajame rašte
  - 4.2.4. Darbų saugos analizė technologinėse schemose (kortelėse)
  - 4.2.5. Darbų saugos reikalavimų pateikimas kalendoriniuose bei tinkliniuose grafikuose
  - 4.2.6. Darbų saugos priemonių apžvalga statybvietės plane
  - 4.2.7. Saugūs žemės kasimo darbai
  - 4.2.8. Saugūs klojinių įrengimo darbai
  - 4.2.9. Saugūs armavimo ir betonavimo darbai
  - 4.2.10. Elektrinis betono šildymas
  - 4.2.11. Izoliavimo darbai
  - 4.2.12. Polimerinių medžiagų naudojimas
  - 4.2.13. Saugūs montavimo darbai
  - 4.2.14. Saugūs mūrijimo darbai
  - 4.2.15. Saugūs paaukštėjimo priemonių montavimas ir eksploatavimas
  - 4.2.16. Saugūs pastatų ardymo darbai
- 4.3. KELIŲ TIESIMO DARBŲ SAUGA (P. Čyras)
  - 4.3.1. Miško kirtimo ir trasos valymo darbai
  - 4.3.2. Žemės sankasos įrengimas
  - 4.3.3. Žemės darbų mašinos
  - 4.3.4. Šlaitų sustiprinimas
  - 4.3.5. Kelio dangų įrengimas
- 4.4. *TILTŲ, VIADUKŲ IR PRALAIĐŲ SAUGŪS STATYBOS DARBAI (P. Čyras)*
  - 4.4.1. *Darbų saugos priemonės organizuojant statybvietę*
  - 4.4.2. *Bendri nurodymai tiltų ir viadukų konstrukcijų montavimui*
  - 4.4.3. *Polių kalimo darbai*
  - 4.4.4. *Surenkamų atramų montavimas*
  - 4.4.5. *Perdangų montavimas*
  - 4.4.6. *Gelžbetoninių pralaidų montavimas*
- 4.5. *DARBŲ SAUGA GEODEZINIUOSE DARBUOSE (P. Čyras)*
  - 4.5.1. Traumatizmas ir profesinės ligos atliekant tyrinėjimo darbus
  - 4.5.2. Žmonių pervežimas automobiliais
  - 4.5.3. Geodezinių punktų rekognoskavimas
  - 4.5.4. Geodeziniai darbai statybvietėje
    - 4.5.4.1. *Miestų statyba*
    - 4.5.4.2. *Požeminių inžinerinių komunikacijų nuotraukos*
    - 4.5.4.3. *Autokelių tiesimas ir tiltų statyba*
  - 4.5.5. Darbai karjeruose
  - 4.5.6. Kameraliniai darbai

- 4.6. DARBŲ SAUGA ORO TRANSPORTE (V.Nainys)
- 4.6.1. Saugus darbas aptarnaujant orlaivius ir malūnsparnius
- 4.6.2. Saugaus transporto judėjimo organizavimas
- 4.6.3. Saugos priemonės pasitinkant, tempiant ir vairuojant orlaivius nusileidimo take ir aikštelėse
- 4.6.4. Orlaivių įgulos darbų sauga
- 4.7. PRAMONĖS ĮMONIŲ DARBŲ SAUGA (P.Čyras, V.Girnius)
- 4.7.1. Darbas karjeruose
- 4.7.2. Betono ir gelžbetonio gaminių cechai ir poligonai
- 4.7.3. Organinių rišamųjų medžiagų ir asfaltbetonio gamyba
- 4.8. *DARBŲ SAUGA VANDENTVARKOS ŪKYJE (V.Nainys)*
- 4.8.1. Bendri reikalavimai
- 4.8.2. Vandenvietės siurblių, II ir III vandens kėlimo siurblių eksploatavimas
- 4.8.3. Darbų sauga eksploatuojant vandenboksčius ir vandens rezervuarus
- 4.8.4. Saugus vandens ūkio eksploatavimas
- 4.8.5. Saugus darbas dezinfekuojant ir gerinant vandenį
- 4.8.6. Nutekamų vandenų valymo įrenginiai
- 4.9. *DARBŲ SAUGA ŠILUMINIAME ŪKYJE (V.Nainys)*
- 4.9.1. Saugūs šilumos tinklų įrengimo būdai
- 4.9.2. Saugus šilumos tiekimo tinklų montavimas ir aptarnavimas
- 4.9.3. Saugus garo turbinų aptarnavimas ir remontas
- 4.9.4. Kuro ūkio įrenginių aptarnavimas
- 4.10. *SAUGUS ĮRENGINIŲ EKSPLOATAVIMAS (V.Nainys, R.,Šukys, V.Girnius)*
- 4.10.1. Slėginių indų saugus eksploatavimas
- 4.10.2. Dujotiekių įrengimas ir saugo eksploatacija
- 4.10.3. Saugus kėlimo mašinų ir mechanizmų eksploatavimas
- 4.10.4. Mašinų bei mechanizmų pavojingos zonos ir stabilumas
- 4.11. Suvirinimas elektra ir dujomis (V.Nainys)
- 4.11.1. Suvirinimo elektra darbų sauga
- 4.11.2. Darbų sauga atliekant suvirinimą dujomis

## **5. GAISRINĖ SAUGA**

- 5.1. DEGIMO SISTEMOS IR PROCESAI. SAVAIMINIS UŽSILIEPSNOJIMAS IR UŽSIDEGIMAS, PLIŪPSNIO TEMPERATŪRA. SPROGIMAS (P.Čyras)
- 5.2. GAMYBOS PROCESŲ GAISRINĖ KLASIFIKACIJA (P.Čyras)
- 5.3. *STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ IR KONSTRUKCIJŲ DEGUMAS (P.Čyras)*
- 5.4. STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ ATSPARUMAS UGNIAI (P.Čyras)
- 5.5. GAISRINĖS SAUGOS REIKALAVIMAI GAMYBINĖS ĮMONĖS PAGRINDINIAM (GENERALINIAM) PLANUI (P.Čyras)
- 5.6. GAISRINĖS UŽTVAROS (P.Čyras)
- 5.7. ŽMONIŲ EVAKUACIJA IŠ PASTATŲ (P.Čyras)
- 5.8. EVAKUACINIAI IŠĖJIMAI IR KELIAI (P.Čyras)
- 5.9. GAISRINĖS SAUGOS ORGANIZAVIMAS IR GAISRŲ GESINIMAS (P.Čyras)
- 5.10. GAISRŲ GESINIMO BŪDAI IR MEDŽIAGOS (P.Čyras)
- 5.11. GAISRINIS VANDENTIEKIS (P.Čyras)
- 5.12. PIRMINĖS GAISRO GESINIMO PRIEMONĖS (P.Čyras)
- 5.13. GAISRINĖ SIGNALIZACIJA IR RYŠIAI (P.Čyras)
- 5.14. Orlaivių gaisrinė sauga (V.Nainys)
- 5.14.1. Orlaivių gaisrų gesinimo sistemos (V.Nainys)
- 5.14.2. Gaisro gesinimas angaruose, pastatuose ir orlaiviuose (V.Nainys)

Literatūra  
Turinys

## **Pratarmė**

Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas įpareigoja darbdavius gerinti darbuotojų saugą ir sveikatą, aprūpinti darbuotojus patikimomis saugos ir asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis, mokyti dirbančiuosius saugos ir sveikatos teisės aktų reikalavimų.

Rengiant šį vadovėlį autoriai vadovavosi galiojančiais Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktais, Valstybinės darbo inspekcijos parengtais norminių aktų rinkiniais, higienos ir gaisrinės saugos normomis bei standartais ir užsienio literatūra.

Vadovėlis parašytas laikantis aukštosiose technikos mokyklose dėstomų kursų “Žmonių sauga” ir “Darbų sauga ir ergonomika” programų, suderintų su LR Valstybine darbo inspekcija ir Studijų kokybės vertinimo centru.

Vadovėlis skiriamas aukštųjų mokyklų techninių specialybių bakalaurams. Juo iš dalies galės naudotis kitų specialybių aukštųjų mokyklų bakalaurai, aukštesniųjų mokyklų studentai, gamybininkai, saugos ir sveikatos darbe tarnybų specialistai. Studijuojant šį kursą, reikia nuolat sekti naują darbuotojų saugos ir sveikatos informaciją, kuri pateikta nuostatuose, standartuose, taisyklėse ir kituose teisės aktuose.

Vadovėlį parengė Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybos fakulteto Darbo ir gaisrinės saugos katedros dėstytojų kolektyvas.

Autoriai dėkingi Valstybiniam mokslo ir studijų fondui už suteiktą materialinę pagalbą ir Vilniaus Gedimino technikos universiteto Rektoratui už visapusišką rėmimą. Dėkojame recenzentams KTU dr. Rimui Adaškevičiui ir VU dr. prof. Juozui Ruževičiui kruopščiai peržiūrėjusiems atskirus knygos skyrius ir davusiems vertingas pastabas ir pasiūlymus. Rengiant leidinį, į visas pastabas buvo atsižvelgta.

Rankraštį peržiūrėjo ir vertingų pataisymų bei nurodymų pateikė Kauno technologijos universiteto Ergonomikos katedros vedėjas doc. A. Vegys ir prof. A. J. Kliučininkas, Valstybinės darbo inspekcijos vyriausiojo valstybinio darbo inspektoriaus pavaduotojas J.Naujalis. Šiems kolegoms autoriai reiškia nuoširdžią padėką.

Autoriai dėkoja Švietimo ir mokslo ministerijos Vadovėlio leidybos komisijai ir šį vadovėlį išleidusiai leidyklai.

Autoriai bus dėkingi skaitytojams už pastabas ir pasiūlymus, kuriuos prašome siųsti į Vilniaus Gedimino technikos universitetą Statybos fakulteto Darbo ir gaisrinės saugos katedrą.

Autoriai

## 4. TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ DARBŲ SAUGA

### 4.1. APSAUGA NUO ELEKTROS

#### 4.1.1. Elektros traumų kilimo priežastys

Elektros energija plačiai naudojama ir buityje, ir gamybiniuose procesuose. Dirbantieji susiduria su elektros įrenginiais dirbami su elektrifikuotomis mašinomis bei įrenginiais ir net būdami netoli elektros įrenginių. Jei patalpoje nėra kokių nors elektros įrenginių, tai joje beveik visuomet yra elektros apšvietimo sistema.

Sužalojimai elektros srove įvyksta:

- atsitiktinai prisilietus prie atvirų, įtampą turinčių srovinių dalių;
- priartėjus prie atvirų srovinių dalių didesnės kaip 1000 V įtampos atstumu pavojingu iškvovoms;
- prisilietus prie turinčių įtampą izoliuotų laidų (kabelių) sužalotos izoliacijos vietose;
- prisilietus prie elektros įrenginių metalinių dalių, kuriose, esant normalioms sąlygoms, įtampos nebūna.

Atsitiktinis prisilietimas (1) ar priartėjimas pavojingu atstumu (2) prie atvirų, įtampą turinčių srovinių dalių dažnai įvyksta nešiojant ilgus metalinius daiktus, dirbant su kėlimo kranais, pervežant didelių gabaritų krovinius arti elektros oro linijų, keičiant elektros lemputes.

Elektros laidų (kabelių) izoliacija gali būti sužalota (3) veikiant aukštai temperatūrai, aktyvios cheminės aplinkos įtakoje, pvz., dažant kalkėmis, o taip pat mechaniškai sužalojus (dirbant su aštriabriauniais įrankiais, gręžiant, prispaudus montuojamas detales ar įrenginius ir t.t.).

Esant pažeistai elektros įrenginių izoliacijai į įrenginių metalines konstrukcijas, mašinų korpusus, elektros instaliacijos metalinius vamzdžius ar su jais besiliečiančius kitus metalinius įrenginius gali būti įtampa (4). Žmogui prisilietus prie tokių metalinių dalių, galimas sužalojimas elektros srove.

Elektros traumos įvyksta, kai netinkamai įžeminti (įnulinti) ar visai neįžeminti (neįnulinti) įrenginiai, vartojama darbo sąlygas neatitinkanti įtampa, dirbama be asmeninių apsauginių priemonių ar naudojant netinkamas priemones, neteisingai organizuojant darbus (neinstrukuoti, neapmokyti darbuotojai, nesilaikoma darbo su elektros įrenginiais saugos taisyklių).

Elektros įrenginių srovei laidūs korpusai turi būti įžeminti ar įnulinti įrenginio gamintojo instrukcijoje nurodyta tvarka.

Jei kintamos srovės įtampa 380 V ar daugiau, o nuolatinės srovės – 440 V ir daugiau, elektros įrenginio elektros srovei laidus korpusas turi būti įžemintas ar įnulintas.

Garsinė ar vizualinė signalizacija gali būti naudojama išpėti personalą apie elektros įrenginio įjungimą, jo gedimą, darbo režimo pakitimą ir t.t.

Apsaugos priemonėmis vadinami kilnojami ir kiti įtaisai bei įrenginiai, skirti elektros įrenginiuose dirbantiems darbuotojams apsaugoti nuo elektros srovės, elektrostatinio, elektromagnetinio lauko ir elektros lanko bei jo degimo produktų poveikio, kritimo ir pan.

Prie apsaugos priemonių priskiriama:

- izoliuojančios operatyvinės lazdos, izoliuojančios replės, įtampos indikatoriai įtampos buvimui nustatyti ir įtampos indikatoriai su papildoma varža suradimui;
- izoliuojančios matavimo lazdos, srovės matavimo replės;
- izoliuojančios kopėčios, izoliuojančios aikštelės, izoliuojančios traukės, griebtuvai ir įrankiai su izoliuotomis rankenomis;
- guminės dielektrinės pirštinės, botai, kaliošai, kilimėliai, izoliuojantys pastovai;
- kilnojami įžemikliai;
- ekranuojantys komplektai;
- laikini aptvarai, išpėjimo plakatai, izoliuojantys gaubtuvai ir antdėklai;
- apsaugos akiniai ir skydeliai, brezentinės arba kitos medžiagos pirštinės, dujokaukės, respiratoriai, apsaugos diržai, apsaugos lynai, apsauginiai šalmai.

Visos apsaugos priemonės skirstomos į: pagrindines ir papildomas apsaugos priemones.

**Pagrindinės apsaugos priemonės** vadinamos tos, kurių izoliacija patikimai išlaiko elektros įrenginio darbo įtampą ir kuriomis leidžiama liesti turinčias įtampą srovines dalis. Tai apsaugos priemonės, naudojamos žemos įtampos elektros įrenginiuose – izoliuojančios lazdos, izoliuojančios matavimo replės, dielektrinės pirštinės ir t.t.

**Papildomos apsaugos priemonės** vadinamos tos, kurios kartu su pagrindinėmis naudojamos papildomai apsaugai nuo prisilietimo įtampos, žingsnio įtampos ir kaip papildoma apsaugos priemonė nuo elektrostatinio ir elektromagnetinio lauko bei elektros lanko ir jo degimo produktų poveikio. Papildomos apsaugos priemonės, tai dielektrinės pirštinės, dielektriniai kaliošai, dielektriniai kilimėliai, kilnojami žemikliai, įspėjantys ženklai, aptvarai ir t.t. Papildomomis priemonėmis draudžiama liesti įtampą turinčias srovines dalis. Galimi atvejai, kai vienu atveju ta pati priemonė gali būti pagrindine, kitu atveju – papildoma priemone. Pvz., aptarnaujant žemos įtampos elektros įrenginius dielektrinės pirštinės yra pagrindinė priemonė, o aukštos įtampos elektros įrenginių aptarnavimo atveju ji bus tik papildoma apsauginė priemonė.

Kiekvienas asmuo, prieš naudodamasis apsaugine priemone, turi įsitikinti, kad ji yra išbandyta ir patikrinta, ar jos paskirtis atitinka naudojimosi sąlygas.

Pažeidus elektros įrenginio izoliaciją, įrenginių korpusuose, jų metalinėse konstrukcijose atsiranda įtampa. Žmonėms apsaugoti nuo elektros srovės, kai pažeidžiama izoliacija, būtina naudoti bent vieną iš šių priemonių: *žeminimą, įnulimą, apsauginį atjungimą, skiriamąjį transformatorių, saugią įtampą, saugią žemiausios įtampos sistemą, dvigubą izoliaciją, potencialo išlyginimą, potencialų suvienodinimą, izoliuotas aikštes.*

Įžeminti arba įnulininti būtina:

- visus 380 V ir aukštesnės įtampos kintamosios srovės bei 440 V ir aukštesnės įtampos nuolatinės srovės įrenginius;
- aukštesnės kaip 50 V įtampos kintamosios srovės ir aukštesnės kaip 75 V įtampos nuolatinės srovės įrenginius pavojingose ir labai pavojingose patalpose, taip pat lauke esančius įrenginius.

Elektros įrenginiams įžeminti pirmiausia turi būti panaudoti natūralieji žemikliai. Jeigu juos naudojant įrenginio žeminimo varža arba prisilietimo įtampa yra leistina ir žeminimo įrenginio įtampa neviršija normuotos įtampos, dirbtinį žemiklį įrengti nebūtina.

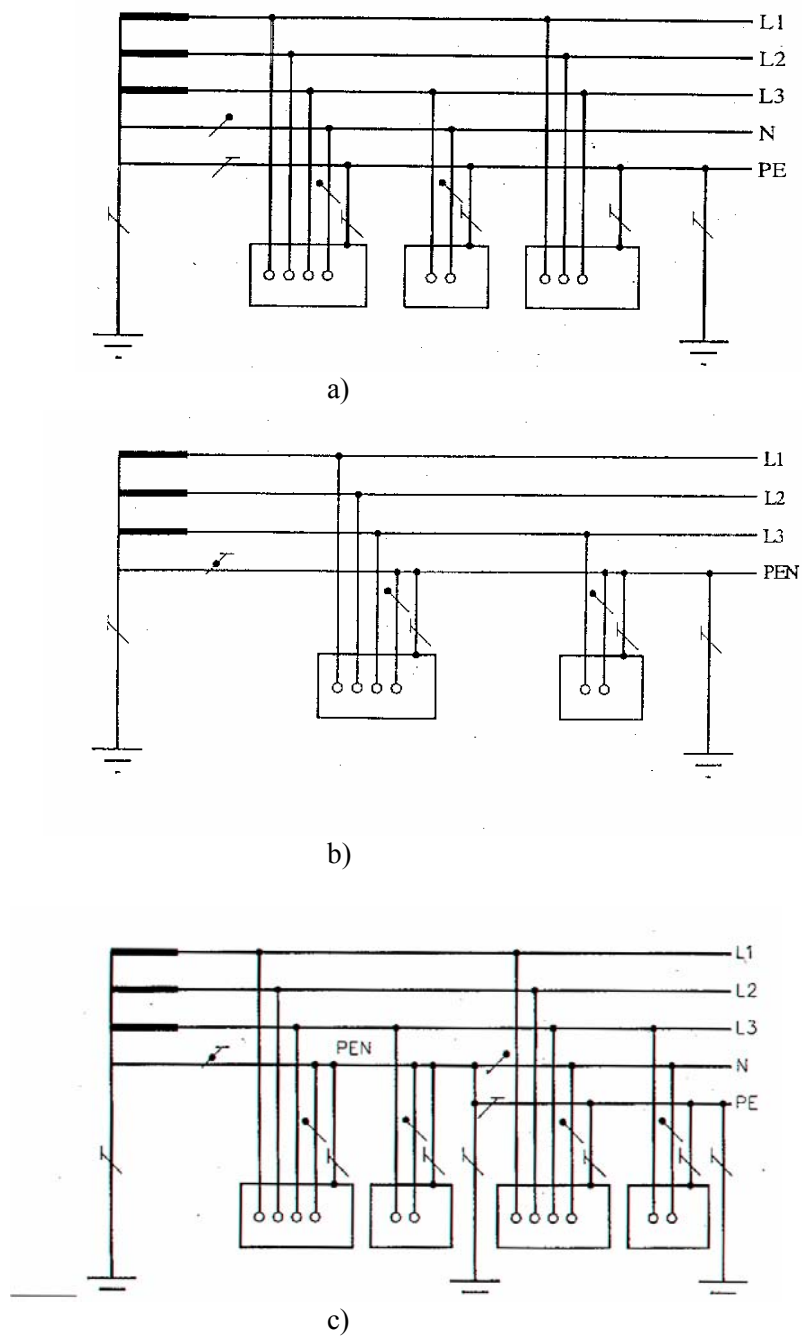
Greta esantiems įvairių įtampų ir skirtingos paskirties įrenginiams įžeminti, išskyrus specialiosios paskirties įrenginius, reikia naudoti bendrą žeminimo įrenginį. Šis bendras žeminimo įrenginys turi atitikti visus apsauginiam, darbiniam ir apsaugos nuo viršįtampių žemikliams bei įvairių įtampų ir skirtingos paskirties įrenginiams įžeminti keliamus reikalavimus.

Iki 1000 V įtampos elektros tinkluose gali būti naudojamos šios elektros tinklų sistemos:

- TN sistema – elektros tinklo sistema, kurioje vienas šaltinio taškas (neutralė trifaziniame tinkle) yra tiesioginiai žemintas, o pasyviosios įrenginių dalys, prie kurių galima prisiliesti, su neutrale sujungtos apsauginiais laidininkais PE ir/arba apsauginiais nuliniiais laidininkais PEN. Ši sistema skirstoma į tris posistemas:
  - TN-S tinklo posistemė (4.1 a) pav.) – kai yra atskiras nulinis laidas N ir atskiras apsauginis laidas PE;
  - TN-C tinklo posistemė (4.1 b) pav.) – kai nulinio laido ir apsauginio laido funkcijas atlieka vienas laidas PEN;
  - TN-C-S tinklo posistemė (4.1 c) pav.) – kai vienoje elektros tinklo sistemos dalyje nulinio laido ir apsauginio laido funkcijas atlieka vienas laidas PEN, o kitoje elektros tinklo sistemos dalyje bendras laidas PEN išsišakoja į nulinį laidą N ir apsauginį laidą PE.

Pakartotinai įžeminami PE ir PEN laidai.

- TT sistema – elektros tinklo sistema (4.1 pav.), kurioje vienas šaltinio taškas (šaltinio neutralė) yra tiesiogiai žemintas, o elektros įrenginių pasyviosios dalys sujungtos su vietiniu žeminimo įrenginiu.
- IT sistema – elektros tinklo sistemos, kurios maitinimo tinklas ir elektros įrenginių aktyviosios dalys neturi tiesioginio ryšio su žeme, o elektros įrenginių pasyviosios dalys yra sujungtos su vietiniu žeminimo įrenginiu.



4.1 pav. Iki 1000 V įtampos elektros tinklų TN sistemos: a) TN-S tinklo posistemė; b) TN-C tinklo posistemė; c) TN-C-S tinklo posistemė

Apsauginis laidininkas PE-laidininkas (laidas, jungtis) jungianti iki 1000 V įtampos įrenginių pasvirusias dalis su trifazio generatoriaus arba transformatoriaus tiesiogiai įžeminta neutrėle, o nuolatiniame elektros tinkle-su šaltinio tiesiogiai įžemintu poliumi.

Apsauginis nulinis laidininkas PEN-įžemintas laidininkas (laidas, jungtis) vienu metu atliekantis ir apsauginio laidininko PE ir nulinio laidininko N funkcijas.

Galvaniškai sujungtuose skirstomuosiuose iki 1000 V įtampos elektros tinkluose kartu su prijungtomis instaliacijomis rekomenduojama tik viena iš šių sistemų: TN, TT ar IT.

TN sistemoje apsauginiai laidininkai turi būti pakartotinai žeminti. Neleidžiama fazinį laidą naudoti apsauginiu.

Žeminimo įrenginių, prie kurių jungiamos generatorių ir transformatorių iki 1000 V įtampos apvijų neutralės arba vienfazių šaltinių apvijų taškai turi būti ne didesni kaip 10 Ω. TN sistemos tinkle generatorių bei transformatorių ir visų pakartotinių nulinio laido žeminimo įrenginių atstojamoji varža turi būti ne didesnė kaip 2,5 Ω.

Elektros įrenginiui žeminti pirmiausia naudojami natūralieji žemikliai. Jeigu juos naudojant žeminimo varža arba prisilietimo įtampa yra leistina ir žeminimo įrenginio įtampa neviršija normuojamos įtampos, dirbtinį žemiklį įterpti nebūtina.

TN sistemoje pažeistam tinklui automatiškai atjungti gali būti panaudota elektros grandinių trumpojo jungimo srovių apsauga ir srovės skirtuminė apsauga. Ribinė atjungimo trukmė kilnojamiems imtuvams, prijungtiems prie ne didesnės kaip 32 A srovės lizdų turi būti  $t \leq 0,2$  s, o stacionariems imtuvams  $t \leq 5$  s, jeigu jų aptarnavimo zonoje pasyviųjų dalių potencialas yra suvienodintas arba jie yra eksploatuojami išlyginto potencialo zonoje.

TN sistemos tinkle įrenginių įnulinimui naudojami apsauginiai nuliniai (PEN) arba apsauginiai (PE) laidininkai ir konstrukcijos. Jie privalo būti patikimai sujungti. Žeminimo ir įnulinimo laidininkai turi būti apsaugoti nuo korozijos.

Atvirai įrengtos žeminimo ir įnulinimo magistralės ir jų atšakos turi būti prieinamos apžiūrėjimui. Neapžiūrimiems elektros įrenginiams žeminti arba įnulinti naudojami kabelių apvalkalai, jų nulinės gyslos, gelžbetoninių konstrukcijų armatūra ir laidai nutiesti vamzdynuose bei loviuose arba stybinėse konstrukcijose.

Įrenginius leidžiama įnulinti nuliniu apšvietimo linijos laidininku, jeigu įrenginius ir apšvietimą maitinančios linijos prijungtos prie to paties transformatoriaus, o nulinių laidininkų skerspjūviai yra pakankami ir jų negalima išjungti.

Nepavojingose patalpose žeminimo ir apsauginius laidininkus leidžiama tiesti ant sienų. Chemiškai aktyvioje aplinkoje ir drėgnose patalpose jie turi būti nuo sienų ne mažiau kaip 10 mm. Žeminimo įvado vieta į pastatus yra paženklinama apsauginio žeminimo ženklų.

Nuliniai laidininkai elektros instaliacijose, įrenginiuose ir kabeliuose žymimi mėlyna spalva. Apsauginio žeminimo ir įnulinimo laidininkai turi būti pažymėti žalia ir geltona spalvomis (IEC 446, standartas).

Žeminimo ir apsauginiai laidininkai prie žeminamų ar įnulinamų įrenginių dalių matomoje vietoje yra prijungiama varžtais, o kitais atvejais – suvirinami.

Jei savitoji grunto varža  $\rho$  didesnė kaip 1000 Ωm, nurodytą pavienių žemiklių varžą leidžiama padidinti 0,01  $\rho$  karto, bet ne daugiau kaip 10 kartų.

Įrenginiams įnulinti gali būti naudojamas kabelių arba elektros oro linijų apsauginis nulinis laidas, nutiestas ant tų pačių atramų kaip ir faziniai laidai.

TN tinklų sistemoje apsauginis nulinis laidas turi būti pakartotinai žemintas oro linijų, požeminių ir oro kabelių linijų ir ilgesnių kaip 200 m atšakų galuose. Šis laidas taip pat turi būti pakartotinai žemintas oro ir oro kabelių linijų atramose, prie kurių jungiami atvadai, arba įvadinėje spintoje, jeigu vartotojų įrenginiai įnulinami apsauginiu laidininku PE. Pakartotinam nulinio laido žeminimui galima naudoti esamą žemiklį. Vartotojo žeminimo įrenginių varža turi būti ne didesnė kaip 10 Ω.

Apsauginio nulinio laido pakartotino įrenginio žeminimo varža turi būti ne didesnė kaip 30 Ω.

TN sistemos tinkle generatorių ir transformatorių, ir visų pakartotinių nulinio laido žeminimo įrenginių atstojamoji varža turi būti ne didesnė kaip 2,5 Ω.

Jei savitoji grunto varža  $\rho$  didesnė kaip 100 Ωm, pavienių žemiklių varžą leidžiama padidinti 0,01  $\rho$  karto.

Naudojant bendrą apsauginio ir nulinio laidininko funkcijas atliekantį laidininką PEN varinio laidininko lauke skerspjūvis ne mažesnis kaip 10 mm<sup>2</sup> (aliuminio 16 mm<sup>2</sup>) ir toje tinklo dalyje nėra naudojama skirtuminės srovės apsauga.



Įžemiklių negalima įrengti virš žemėje esančių inžinerinių komunikacijos tinklų. Įžeminimo įrenginiai neturi būti įrengti tose vietose, kur gruntą gali išdžiovinti šilumos vamzdynai ar kiti pašaliniai šilumos šaltiniai. Tranšėjose pakloti įžeminimo laidininkai turi būti užpildyti vienalyčiu, smulkiu ir rišliu gruntu.

Tinkluose virš 1000 V įtampos vietoje įnulinimo naudojamas apsauginis įžeminimas. Tai – metalinių nesrovinių dalių, kuriose gali atsirasti įtampa, elektrinis sujungimas su žeme ar jos ekvivalentu. Įžeminimo įrengimą sudaro įžemikliai ir įžeminimo laidininkai. Įžemikliais gali būti metaliniai strypai, sijos, vamzdžiai, kampuočiai, kurie liečia gruntą ir jais nuteka įžemėjimo srovės.

**Įžemėjimo laidininkai** – tai metalinės konstrukcijos, kuriomis įžeminamos dalys sujungiamos su įžemikliais. Vieno įžemiklio varža priklauso nuo jo išmatavimų, įkalimo į gruntą gylio ir grunto lyginamosios varžos. Elektros įrenginių įžeminimo ir įnulinimo grandinių (jų dalių) varžos dydžiai turi būti galiojančių normų leistinose ribose. Įžeminimas gali būti dirbtinas (specialiai šiam tikslui įrengtas) arba natūralus (žemėje esantys metaliniai įrenginiai, tai metalinės konstrukcijos, vamzdžiai.). Įžeminimo tikslas – sumažinti iki nepavojingų parametrų įtampą, kuri atsiranda elektros įrenginio dalyse.

Kai nėra stacionarinių įžeminimo įrenginių, naudojami kilnojami įžemikliai. Jie turi būti pagaminti iš neizoliuoto arba padengto permatomu plastmasiniu apsauginiu apvalkalu lankstaus, daugiagyčio varinio laidininko. Šio laidininko skerspjūvis turi atitikti terminio patvarumo reikalavimus trumpų sujungimų atveju, tačiau turi būti ne mažesnis kaip 25 mm<sup>2</sup> elektros įrenginiuose virš 1000 V ir ne mažesnis kaip 16 mm<sup>2</sup> įrenginiuose iki 1000 V. Būtina kilnojamus įžemiklius skaičiuoti išilimui nuo trumpojo sujungimo srovių. Skaičiavimui naudojama formulė:

$$A_{min} = \frac{I_{nustit.} \sqrt{t_{ef}}}{272}, \quad (4.4.1)$$

čia:  $A_{min}$  - minimalus įžemiklio laidininko skerspjūvis, mm;

$I_{nustit.}$  - didžiausia nusistovėjusi trumpo sujungimo srovė, A;

$t_{ef}$  - efektyvus laikas, sek.

Žmogui atsidūrus srovės nutekėjimo zonoje, nukentėjęs mechaniškai stengiasi iš jos pasišalinti, žengdamas žingsnį ar bėgdamas. Jo kojų lietimosi su žeme vietose potencialai yra nevienodi ir jį veikia įtampa, vadinama **žingsnio įtampa**, kuri yra lygi įtampų tose žemės vietose skirtumui. Žmogaus kūnas sujungia elektros grandinę ir juo ima tekėti elektros srovė, kurios pavojingumas priklauso nuo jos stiprumo. Kai žmogų veikia žingsnio įtampa  $U$ , srovės stiprumą galima rasti pagal formulę:

**Žingsnio įtampa** yra potencialų skirtumas žemės paviršiuje žmogaus žingsnio atstumu apie 0,8 m (4.1.4 pav.).

Žingsnio įtampa  $U$  bus tuo mažesnė, kuo žmogaus žingsnis trumpesnis. Todėl pajutus esant elektros srovės pratekėjimą zonoje, iš jos pasišalinama šokuojant ant vienos kojos arba suglaudus abi pėdas, nes šiuo atveju potencialų skirtumas kojose praktiškai lygus nuliui.

Apsaugos tikslu elektros ūkyje naudojamos sutartinės spalvos, kurių tikslas – atkreipti dirbančiųjų dėmesį į gresianti pavojų, priminti ir leisti atlikti tam tikrus veiksmus, o taip pat informuoti dirbantįjį. Signalinės spalvos naudojamos elektros saugos ženklams ir įspėjimo plakatams, o taip pat įrenginių ir konstrukcijų dalims, kurios gali būti pavojaus šaltiniu, aptvarams ir kitoms apsaugos priemonėms nužymėti.

Aptarnauti elektrotechninius įrenginius, dirbti su jais gali tik elektrotechninis personalas, suprantas apie elektros srovės pavojingumą, mokas saugiai dirbti ir prireikus, suteikti pirmąją pagalbą nukentėjusiajam nuo elektros srovės. Kadangi atliekami įvairūs darbai elektros srovės pavojingumo atžvilgiu yra nevienodi, todėl ir elektrotechninio personalo kvalifikacijai keliami nevienodi reikalavimai.

Elektrotechniniu personalu suprantami asmenys, turintys atitinkamą elektrotechninį išsilavinimą, nustatyta tvarka atestuoti ir turintys nustatytus pažymėjimus (sertifikatus), suteikiančius teisę aptarnauti veikiančius elektros įrenginius.

Elektrotechniniam personalui keliami šie reikalavimai: organizuoti ir vykdyti elektros įrenginių remonto, montavimo, derinimo ir bandymo darbus, atlikti juose operatyvinius perjungimus.

Savarankiškai dirbti veikiančiuose elektros įrenginiuose gali asmenys:

- ne jaunesni kaip 18 metų;
- mediciniškai patikrinti pagal Sveikatos apsaugos ministerijos nustatytą tvarką ir periodiškumą;
- išklause įvadinį ir pirminį (darbo vietoje) instruktavimą;
- teoriškai ir praktiškai apmokyti saugos darbe taisyklių ir instrukcijų;
- mokantys atpalaiduoti nukentėjusį nuo elektros srovės ir suteikti jam pirmą pagalbą;
- atestuoti nustatyta tvarka;
- turintys tam leidimą (pažymėjimą ir atitinkamą įrašą jame).

Naujai priimti į darbą, baigę aukštesniąsias technikos mokyklą, energetikos mokyklą, specialius kursus arba neturintys elektrotechninio parengimo asmenys, kol neatestuoti, gali dirbti veikiančiuose elektros įrenginiuose tik prižiūrimi atestuoto elektrotechninio darbuotojo. Šiuo atveju jie vadinami stažuotojais.

Elektrotechninis personalas elektrosaugos kvalifikacijos požiūriu skirstomas į šias kategorijas:

- aukštos kvalifikacijos (AK);
- vidurinės kvalifikacijos (VK);
- pradinės kvalifikacijos (PK).

Atitinkamos kvalifikacijos reikalavimai personalui nurodyti 4.1. lentelėje.

4.1. lentelė. Elektrotechninio personalo elektrosaugos kvalifikacijos kategorijos

Eil. Nr.	Kvalifikacija	Išsilavinimas	Stażavimosi laikas	Sutartinis žymėjimas
1.	Aukštos kvalifikacijos	Aukštasis elektrotechninis	Nenormuojamas	AK
		Aukštesnysis elektrotechninis	Ne mažiau kaip 1 metai	
2.	Vidurinės kvalifikacijos	Aukštesnysis elektrotechninis	Nenormuojamas	VK
		Elektrotechninis pradinis parengimas	Ne mažiau kaip 2 metai	
3.	Pradinės kvalifikacijos	Elektrotechninis pradinis parengimas	Nenormuojamas	PK
		Ne elektrotechninis parengimas	Ne mažiau kaip 6 mėn.	

Darbų vadovo funkcijas gali atlikti aukštos kvalifikacijos personalas (AK). Darbų vykdytojo funkcijas gali atlikti aukštos kvalifikacijos (AK) arba vidurinės kvalifikacijos (VK) personalas. Brigados nariai gali būti aukštos kvalifikacijos (AK), vidurinės kvalifikacijos (VK) ir pradinės kvalifikacijos (PK) personalas. Stažuotojai gali dirbti brigadų sudėtyje tik prižiūrimi AK arba VK personalo. Elektrotechninius įrenginius įtampos iki 1000 V turi teisę aptarnauti darbuotojai turintys VK ar AK kvalifikaciją, virš 1000 V tik AK kvalifikaciją.

Darbdavys įsakymu skiria AK arba VK kategorijos asmenį atsakingą už elektros ūkį įmonėje. Atliekant elektros darbus, turi būti griežtai laikomasi šių taisyklių:

- darbams atlikti turi būti išduota atsakingo asmens raštiškas nurodymas arba žodinis pavedimas;
- darbus turi atlikti ne mažiau kaip du elektrotechninio personalo darbuotojai, vienas iš jų AK arba VK kvalifikacijos;

c) saugiam darbui turi būti numatytos reikalingos organizacinės ir techninės priemonės.

#### 4.1.2. Elektros srovės poveikis žmogaus organizmui

Elektros srovės pavojingumas žmogaus organizmui priklauso nuo daugelio veiksnių: jos stiprumo, kintamos srovės dažnio, įtampos, laiko trukmės, kuri veikia žmogaus organizmą, pratekėjimo per žmogaus kūną kelio, žmogaus kūno varžos, asmeninių žmogaus psichinių, fizinių savybių, o taip pat apsaugos priemonių.

Žmogaus kūną žalojantis veiksnys yra elektros srovė. Įtampa ir individuali kūno varža yra šalutiniai veiksniai, įtakojantys tik srovės stiprumą.

Žmogui pavojingiausia yra žemo dažnio kintama srovė. Kūnu pratekanti 50-60 Hz dažnio ir 0,1 A ar didesnio stiprumo srovė yra pati pavojingiausia žmogui. Nustatyta, kad 0,1 A stiprumo ir žemo dažnio kintama srovė žmogui yra mirtina.

Didėjant srovės dažniui, jos pavojingumas mažėja, tačiau, pvz., 500 Hz dažnio elektros srovė yra beveik tokio pat pavojingumo, kaip ir 50-60 Hz. Pavojus pastebimai mažėja pradėdant nuo 1000 Hz dažnio srovės poveikio. Nulinio dažnio, t. y. nuolatinė srovė yra mažiau pavojinga negu kintama. Tačiau, antra vertus, žemas elektros srovės dažnis elektros tinkluose būtinas techniniu požiūriu, nes, esant žemam dažniui, yra mažiausi elektros energijos transportavimo nuostoliai.

Elektros srovė, tekėdama žmogaus organizmu, gali sukelti terminį, elektrinį, biologinį – psichinį poveikius. Šie poveikiai žaloja organizmo audinius. Sužalojimai gali būti išoriniai ir vidiniai.

**Išoriniai sužalojimai** – tai nudegimai, elektros srovės žymės, odos metalizacija, elektros oftalmija ir kt. Jie vadinami elektrotraumomis. Joms būdingi elektros srovės ar elektros lauko sukelti žmogaus audinių sužalojimai, kai pakenkiami audiniai, sausgyslės, kartais kaulai.

**Elektros smūgis** - suprantame tokį vidinių organų sužalojimą, kai žmogaus raumenys ima mėšlungiškai susitraukinėti, žalojami vidiniai gyvybiškai svarbūs žmogaus organai – širdis, plaučiai, dėl ko dažniausiai įvyksta mirtis. Šis atvejis dar vadinamas **elektros šoku**.

**Nudegimai elektros srove.** Jie atsiranda elektros srovei tekant žmogaus kūnu. Tai labiausiai paplitusi elektros traumų rūšis. Žmogaus kūnas turi tam tikrą varžą, t.y. pasipriešinimą srovės pratekėjimui. Srovė, tekėdama žmogaus audiniais, dėl kūno varžos išskiria šilumą, kurios kiekis priklauso nuo srovės stiprumo. Tuo būdu ir nudegimo laipsnis priklauso nuo srovės dydžio. Dažnai elektros srovė, tekėdama žmogaus organizmu įkaitina audinius, ir todėl pradeda irti baltymai, atsiranda skausmingi ir sunkiai gyją nudegimai. Jie gali būti kontaktiniai ir elektros lanko. Kontaktiniai nudegimai labiausiai paveikia odos sritį, nes oda turi didesnę varžą už kitus kūno audinius, tačiau, esant didesnei srovei, paveikiami ir gilesni audinių sluoksniai.

Ypač sunkius nudegimus sukelia elektros laukas, kurio temperatūra siekia 4 000 °C ir daugiau. Žmogaus kūno dalis, atsidūrusi lauko veikimo zonoje, apdega. Apdegimai gali būti gilūs, kai išdeginti giluminiai audiniai, kurie kartais apanglėja. Tai sunkūs atvejai gydymo požiūriu.

**Elektros srovės žymės.** Tai specifinis odos sužalojimas veikiant elektros srovei. Dažniausiai tai pilkšvos ar gelsvos spalvos odoje ar viršutiniuose audiniuose atsirandančios dėmės, kartais sukietėjusios, gali atitikti prisilietimo ar srovės turėjusio kūno formą. Sužalojimas nėra per daug skausmingas, gyja greitai, liekamųjų žymių nebūna.

**Odos metalizacija.** Elektros lanko išlydytos smulkios metalo dalelės įsiskverbia į odos gilumą, oda tampa šiurkšti, nukentėjęs jaučia esant svetimkūnius. Sužalojimai skausmingi. Ypač pavojinga, jei sužeidžiamos akys.

**Elektros oftalmija.** Tai akių apvaskalų uždegimas nuo ultravioletinių spindulių srauto, kuriuos gali sukelti elektros laukas (trumpo sujungimo atveju ar atliekant suvirinimo darbus). Pradiniai oftalmijos požymiai – ašarojančios akys, pūlingos išskyros iš akių, akių vokų spazmai, skausmas akyse. Sužalojimai pavojingi.

Vidinių žmogaus organų pakenkimai, kurie pažeidžia svarbiausių žmogaus organų veiklą – širdies ritmą, sutrikdo kvėpavimą, žmogus netenka sąmonės vadinami **elektros smūgiais**. Priklausomai nuo srovės charakteristikos, elektros smūgiai gali būti keturių laipsnių:

- susitraukia raumenys (mėšlungis), tačiau sąmonė išlieka;
- mėšlungiškai susitraukia raumenys, netenkama sąmonės, tačiau širdis ir plaučiai dirba;
- prarandama sąmonė ir sutrinka širdies veikla ar kvėpavimas (arba viskas kartu);
- ištinka klinikinė mirtis (sustoja širdis, nekvėpuojama, nevyksta kraujo apytaka).

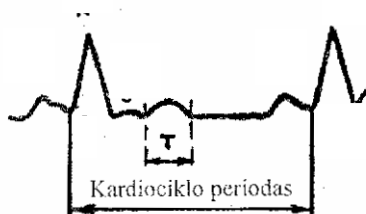
Pirmoji pagalba teiktina pagal tai, kokioje iš šių keturių būsenų yra nukentėjęs.

Pavojingumas susižaloti elektros srove priklauso nuo elektros grandinės parametru, o žmogaus kūno varža turi tiesioginę įtaką sužalojimo sunkumui. Atskiros žmogaus kūno dalys (oda, audiniai, raiščiai, raumenys, kaulai ir t.t.) turi nevienodą varžą. Didžiausią varžą turi viršutinis odos sluoksnis, o vidiniai sluoksniai (juose yra kraujo indų, nervų skaidulų) žymiai mažesnę, t.y. sudaro keleriopai geresnes sąlygas didesnei srovei pratekėti. Esant sausai ir nepažeistai odai, žmogaus kūno varža sudaro apie 10 000-80 000  $\Omega$ , o vidiniai sluoksniai turi tik 500-700  $\Omega$  varžą. Tuo būdu, smulkūs odos paviršiaus pažeidimai, jos drėgnumas, prakaitavimas (tada odos varža tesiekia 1000  $\Omega$ ) sudaro galimybę pratekėti didesnėms srovėms, tuo pačiu tas pratekėjimas tampa žymiai pavojingesniu. Savaiame suprantama, kad varža sumažės ir traumavimo pasekmės bus skaudesnės, jei prie srovinių dalių prisiliesime stipriai ar didesniu kūno plotu. Ž. Skaičiavimuose naudojama žmogaus kūno varža yra apie 1000  $\Omega$ .

Atkreiptinas dėmesys, jog, didėjant įtampai, vyksta odos elektrinis pramušimas.

Žymią įtaką sužalojimo pasekmėms turi laiko trukmė, per kurią žmogaus organizmu teka srovė. Pavojus būti traumotam didėja, didėjant srovės pratekėjimo žmogaus organizmu laikui. Šalia kitų veiksnių (širdies ritmo įtaka, širdies prisipildymo krauju laipsnio ir t.t.), ilgesnį laiką srovei tekant žmogaus kūnu, keičiasi kūno varža, t.y. dėl odos įkaitinimo ji mažėja, o pratekanti srovė didėja.

Srovės tekėjimo laikas turi įtaką ir kitu aspektu, t.y. įvertinant žmogaus kardiociklo periodą (4.3 pav.). Nustatyta, kad širdies jautrumas elektros srovei įvairiose kardiociklo fazėse nevienodas. Širdis jautriausia, kai srovė teka kardiociklo  $T$  fazės metu (jei visas kardiociklas trunka apie 1 sek., tai fazė  $T$  apie 0,1 – 0,2 sek.).



4.3 pav. Sveiko žmogaus elektrokardiograma

Jei srovė teka per širdį  $T$  fazės metu, prasideda širdies fibriliacija, t.y. širdies raumenų skaidulų netvarkingas, neritmiškas virpėjimas, sutrikdęs širdies ir vožtuvų darbą. Jei srovės pratekėjimo laikas nesutampa su šia faze, fibriliacijos galimybė sumažėja.

Tuo būdu, žmogui esant elektros srovės poveikyje 1 sek. ar daugiau, srovė neišvengiamai tekės ir kardiociklo  $T$  periodu, dėl ko tikimybė širdies veiklai sutrikti gerokai padidėja.

Sužalojimo pasekmėms turi įtaką ir asmeninės žmogaus savybės, jo fizinė bei psichinė būklė. Vieną žmogų ta pati srovė gali tik sudirginti, kitam būti mirtina. Moterys yra silpnesnio fizinio išsivystymo negu vyrai, todėl jos elektros srovės poveikiui yra 1,5–2 kartus jautresnės už vyrus. Pasekmės visada būna rimtesnės sergantiems širdies ydoms, nervų, psichinėmis ligomis.

Turi įtaką ir srovės pratekėjimo per žmogaus kūną kelias. Srovė teka žmogaus kūnu ne tiesiausiu keliu, bet jis iškreipiamas dėl kūno dalių skirtingos varžos. Jei srovė teka per gyvybiškai svarbius organus (širdis, plaučius), traumavimo pasekmės pasunkėja. Dažniausiai srovės žmogaus širdimi prateka srovei tekant iš dešinės rankos į kojas. Šis kelias yra pavojingiausias, nes sutampa su širdies ašimi ir todėl dydis pratekėjusios srovės dydis beveik dvigubai didesnis, negu tekant

srovei iš kairės rankos į kojas. Pavojingas ir elektros srovės pratekėjimas kairė ranka – dešinė ranka ar atvirkščiai.

#### 4.1.3. Patalpų klasifikacija elektros srovės pavojingumo atžvilgiu

Patalpos, kuriose vyksta elektrotechniniai darbai, turi tiesioginę įtaką darbų saugumui. Patalpų drėgmė, temperatūra, grindų laidumas elektros srovei, aplinka (dujos, dulkės, garai) – visa tai turi tiesioginę įtaką žmogaus saugumui. Drėgmė, aukšta temperatūra ir su tuo susijęs žmogaus prakaitavimas mažina žmogaus kūno varžą ir todėl kartais net nedidelės įtampos gali sukelti pavojingo dydžio srovių pratekėjimus. Be to, aplinka gali turėti neigiamą įtaką įrenginių izoliacijai, - sendina ją, ardo mechaniškai ar chemiškai.

Srovei laidžios dulkės nusėda ant elektros įrenginių, gali sudaryti trumpus jungimus, sukelti sprogimus.

Dirbant ant elektrai laidžių grindų, gali atsirasti žingsnio įtampa arba pavojus prisilietus prie srovinių dalių, įrengimų korpusų, esant izoliacijos gedimo atvejams.

Elektros įrenginių eksploatavimo patalpos, elektros srovės pavojingumo atžvilgiu, klasifikuojamos į tris pavojingumo klases:

1. Labai pavojingomis patalpomis vadinamos tokios patalpos, kurioms taikytinas vienas iš šių požymių:
  - a) patalpos šlapios.  
Prie šlapių patalpų priskiriamos tokios patalpos, kuriose santykinė oro drėgmė yra apie 100% (sienos, grindys, lubos ir patalpoje esantys daiktai pasidengia rasa (rasoja);
  - b) Patalpose egzistuoja chemiškai arba organiškai aktyvi aplinka;  
Chemiškai arba organiškai aktyvia aplinka suprantama tokia aplinka, kur vykstant gamybiniais (technologiniams) procesams išsiskiria garai, dujos, skysčiai ir pan., kurie bei jų nuosėdos arba pelėsiai ant elektros įrenginių ardančiai veikia elektros įrenginių izoliaciją ir srovei laidžias dalis;
  - c) Patalpai taikytini du arba daugiau pavojingoms patalpoms būdingi požymiai.
2. Pavojingomis vadinamos tokios patalpos, kurioms taikytinas vienas iš šių požymių:
  - a) Patalpos drėgnos arba jose yra elektros srovei laidžių dulkių.  
Prie drėgnų patalpų priskiriamos tokios patalpos, kuriose santykinė oro drėgmė viršija 75 %;
  - b) Patalpose karšta aplinka.  
Karšta aplinka suprantama tokia patalpų aplinka, kurioje vidutinė paros temperatūra yra per + 35<sup>0</sup>C;
  - c) Patalpų grindys yra laidžios elektros srovei;  
Prie elektros srovei laidžių grindų priskiriamos metalinės, gruntinės, gelžbetonio, plytų, keraminės, vinimis sutvirtintos medinės ir kitos, turinčios su žeme elektros srovei laidžių kontaktų, grindys. Šios, padengtos plastmase, guminiais ar kitais iš izoliacinės medžiagos pagamintais patiesalais bei sausos, medinės, neturinčios metalinių tvirtinimo elementų grindys priskiriamos prie elektros srovei nelaidžių grindų.
  - d) Patalpose yra galimybė žmogui vienu metu kūno dalimis prisiliesti prie neįžemintų elektros įrenginių, turinčių įtampą srovei laidžių korpusų (aptvarų) ir prie patalpose esančių su žeme turinčių kontaktą srovei laidžių konstrukcijų.  
Prie tokių, srovei laidžių konstrukcijų, priskiriami patalpoje esantys neaptverti vamzdiniai, inžinerinės konstrukcijos, įžeminti korpusai ir kiti elektros srovei laidūs įrenginiai arba jų dalys, kurios turi tiesioginį kontaktą su žeme.
3. Patalpos, kurioms netaikytini labai pavojingoms ir pavojingoms patalpoms būdingi požymiai, priskiriamos nepavojingų patalpų klasei.

Saugumo nuo elektros srovės atžvilgiu elektros įrenginiai yra skirstomi į potencialiai pavojingus ir nepavojingus, žemos ir aukštos įtampos elektros įrenginius.

Potencialiai pavojingais elektros įrenginiais suprantami:

- virš 42 voltų įtampos kintamos srovės elektros įrenginiai;
- virš 110 voltų įtampos nuolatinės srovės elektros įrenginiai.

Žemos įtampos elektros įrenginiai yra tie, kurių vardinė (nominali) įtampa yra iki 1000 voltų imtinai.

Aukštos įtampos įrenginiai yra tie, kurių vardinė (nominali) įtampa yra aukštesnė kaip 1000 voltų.

#### 4.1.4. Apsaugos nuo elektros būdai

Darbinėje aplinkoje yra įvairūs elektros įrenginiai: elektros energiją vartojantys (elektros varikliai, šildymo ir apšvietimo prietaisai, suvirinimo įranga ir t.t.), elektros energiją tiekiantys, ją paskirstantys įrenginiai (el. linijos, paskirstymo spintos, dėžės ir t.t.). Šių įrenginių dalys gali būti su izoliacija ar be jos. Būna, kad dėl aplinkos įtakos izoliacija yra pažeista ir todėl atsiranda dar didesnis pavojus būti traumuotam elektros srove, nes izoliuoti laidai suteikia saugumo įvaizdį.

Eksploatuojant elektros įrenginius, apsaugoti žmogų nuo pavojingų ir kenksmingų elektros srovės, statinės elektros, elektromagnetinių laukų ir elektros lanko poveikių galime šiais būdais:

- atitveriant apsauginiais aptvarais ir širmomis;
- uždengiant apsauginiais apdangalais ar gaubtais;
- pažeminus įtampą;
- panaudojant skiriamuosius transformatorius;
- panaudojant papildomą, dvigubą ar sutrumpintą izoliaciją;
- įžeminant ar įnulinant elektros įrenginių srovei laidžius korpusus;
- kontroliuojant įtampą ir srovę;
- panaudojant garsinę ir vizualinę signalizaciją;
- panaudojant apsaugai skirtus įtaisus ir priemones;
- panaudojant signalines spalvas ir ženklus;
- atjungiant įtampą;
- panaudojant ekranuojančius kompleksus.

Apsaugai leidžiami ir kiti, čia neišvardinti būdai, kurie nustatyti ir leidžiami IES\* arba CENELEC\*\* standartais.

Naudojami apsauginiai aptvarai, širmos, apdangalai ir gaubtai turi atitikti nurodytus standartus.

Pažeminti įtampą saugos tikslais leidžiama tik tais transformatoriais, kuriuose aukštesnės įtampos apvija yra elektriškai atskirta nuo žemesnės įtampos apvijos, t. y. kurių įėjimo (pirminė) apvija elektriškai atskirta nuo išėjimo (antrinės) apvijos dviguba sustiprinta izoliacija.

Draudžiama pažeminti įtampą autotransformatoriais.

#### 4.1.5. Pirmoji pagalba įvykus elektros traumai

Dėl išorinių žmogaus kūno sužalojimų (nudegimų, odos metalizacijos ir t.t.) žmogus retai miršta. Žymiai pavojingesni elektros smūgiai, t.y. vidinių organų pakenkimai, kai žmogų dažnai ištinka mirtis, ypač pavėluotai ar neteisingai suteikiant pirmąją pagalbą. Labai svarbu, kad nukentėjęs būtų galinai greičiau atpalaiduotas nuo elektros srovės ir nedelsiant pradėtas teisingais metodais gaivinti. Kuo ilgiau srovė teka per žmogaus kūną, tuo labiau žmogui gali būti pakenkta.

Elektros smūgio atveju paraližuojami kvėpavimo organai, sutrinka ar apmiršta širdies veikla, t.y. įvyksta klinikinė mirtis. Po 4 – 5 minučių žmogaus smegenyse prasideda negrįžtami procesai – nervų ląstelių žūtis, ir todėl nukentėjusiojo gaivinimas gali netekti prasmės. Todėl vos atpalaidavus žmogų nuo elektros srovės poveikio, būtina tuoj pat teikti pirmąją pagalbą.

Atpalaiduoti nukentėjusį nuo elektros srovės būtina, nes srovei tekant per raumenis, jie mėšlungiškai susitraukia ir nukentėjęs nesugeba pats atsipalaiduoti. Elektros srovė atjungiamą išjungiant kirtiklį, jungiklį, išsukant saugiklius. Jei įrenginio atjungti tuoj pat negalima, nukentėjusiųjų reikia atpalaiduoti nuo svorinių dalių kitais būdais, tačiau iškyla grėsmė būti traumuotam ar net žūti pačiam gelbėtojui.

Atskiriant žmogų nuo žemesnės kaip 1000 V įtampos srovinių dalių, galima naudotis sausais rūbais, lazda, sausa lenta ar dielektrinėmis medžiagomis, perkirsti laidus kirviu sausu mediniu

kotu. Galima nukentėjusį atitraukti už jo paties drabužių, jei jie sausi. Visa tai darytina tik viena ranka, kad nesigautų pavojingas srovės pratekėjimas paties gelbėtojo kūnu.

Saugiausia atskirti žmogų nuo srovinių dalių atsistojus ant dielektrinio kilimėlio, naudojant dielektrines pirštines, mūvint dielektrinius kaliošus.

Atskiriant nukentėjusį nuo aukštesnės kaip 1000 V įtampos srovinių dalių, negalima priartėti prie nukentėjusio arčiau kaip 5 m patalpose ir 10 m lauke, nes tai būtų mirtinai pavojinga pačiam gelbėtojui.

Jei nukentėjęs yra aukštai, žinotina, kad atpalaidavus jį nuo elektros srovės poveikio, jis kris, todėl būtina imtis priemonių, jog krisdamas nesusižeistų ar nežūtų.

Atpalaidavus nuo elektros srovės, reikia nedelsiant teikti pirmąją pagalbą, o jei būtina – pirmąją reanimacinę pagalbą, staigios mirties atveju. Nudėgusi plotą reikia greitai atvėsinti. Vėsinama 10 – 25°C temperatūros vandeniui, ne trumpiau 30 min. Sykiu išsiaiškinama nukentėjusiojo būklė ir parenkamas pirmosios pagalbos teikimo būdas. Tuo tikslu nukentėjęs paguldomas aukštiekninkas ant kieto pagrindo ir patikrinama, ar kvėpuoja, ar plaka jo širdis. Jei nekvėpuoja ar jo kvėpavimas retėja ar darosi netaisyklingas, nedelsiant daromas dirbtinis kvėpavimas. Pats efektyviausias dirbtinio kvėpavimo darymo būdas yra oro įputimas į nukentėjusio plaučius, vadinamasis “iš burnos į burną”. Nukentėjusiojo galva atlošiama atgal, pražiodomas ir nosine ar marle pašalinamos iš burnos gleivės. Du – tris kartus įkvėpęs oro, teikiantysis pagalbą pirštais užspaudžia nukentėjusiojo nosį ir, prispaudęs burną (per marlę ar nosinę) prie nukentėjusiojo burnos, pučia orą į jo plaučius. Kiekvieną kartą įputus reikia atleisti nukentėjusiojo nosį ir burną, kad oras laisvai išeitų iš jo plaučių. Pučiama 10 – 15 kartų per minutę ir stebima, ar išsiplečia krūtinės ląsta pučiant ir ar atslūgsta, išeinant orui iš plaučių. Teikiant pagalbą šiuo būdu, galima naudoti specialų prietaisą – lankstų vamzdelį.

Išorinis širdies masažas daromas ritmiškai spaudžiant priekinę krūtinės ląstos sienelę. Tuo iš širdies ertmių išspaudžiamas kraujas į indus ir organizme palaikoma minimali būtina kraujo apytaka, kol atsistato savarankiškas širdies darbas.

Konstatavus, kad nukentėjusio širdis nedirba, reikia tuoj pat, negaištant nė sekundės, paguldyti jį aukštiekninką ant kieto pagrindo, atlaisvinti drabužius, apnuoginti liemenį, pakelti maždaug pusę metro kojas, kad kraujas iš apatinės kūno dalies venų geriau pritekėtų į širdį. Teikiantysis pagalbą atsiklaupia greta nukentėjusiojo iš bet kurios pusės, uždeda ant nukentėjusiojo krūtinkaulio apatinio trečdaliai abi viena ant kitos kryžmai savo rankas ir staigiu judesiu spaudžia, kad apatinė krūtinės dalis pasislinktų 3 – 4 cm (apkūniems žmonėms – 5 – 6 cm) žemyn stuburkaulio link. Po to teikiantysis pagalbą savo rankas atlaisvina, bet nenuima, kad krūtinės ląsta galėtų atsistatyti – širdis prisipildytų krauju, ir vėl pakartotinai spaudžia.

Sustojus širdžiai, po 30 – 45 sekundžių dingsta kvėpavimas, todėl, darant išorinį širdies masažą, kartu reikia daryti ir dirbtinį kvėpavimą. Tai darant, reikia nesutapatinti oro įputimą su krūtinės ląstos paspaudimu. Jeigu nukentėjusiojo gaivinimą atlieka vienas asmuo, tai pirma jis du – tris kartus įpučia orą į nukentėjusiojo plaučius, o po dviejų sekundžių pertraukos 15 – 20 kartų paspaudžia krūtinės ląstą. Po to vėl tą patį kartoja iš naujo. Jeigu pirmąją pagalbą teikia du asmenys, tai vienas iš jų (mažiau patyręs) daro dirbtinį kvėpavimą, o antrasis (labiau patyręs) – išorinį širdies masažą. Šiuo atveju po kiekvieno įpūtimo ir 2 sekundžių pauzės, daromi 4 – 6 krūtinės ląstos paspaudimai.

Visais atvejais būtina iškviesti gydytoją, nes tik jis gali nustatyti nukentėjusiojo būseną. Daryti išvadas, kad nukentėjusysis yra miręs, turi teisę tik gydytojas.

Negalima guldyti nukentėjusiojo ant žemės.

#### 4.1.6. Apsauga nuo žaibo

**Žaibas** – tai milžiniškas atmosferos energijos išlydis. Jis turi terminį, griaunamąjį, elektrostatinį ir elektromagnetinės indukcijos poveikį. Žaibą sukelia gretimų debesų arba debesų ir žemės potencialų skirtumas. Debesies apatinėje dalyje kaupiasi elektronai, kuriuos traukia žemės paviršiuje esantys teigiami jonai. Debesys gali išielektrinti skirtingais krūviais. Dideli lašai įgauna teigiamą krūvį, o maži – neigiamą. Susidaro tarsi dvi kondensatoriaus plokštės. Kai elektrinio lauko įtampa pasiekia 20-30 kV/cm, prasideda oro jonizacija, jis pasidaro laidus elektros srovei ir įvyksta išlydis (žaibas). Žaibo trukmė yra apie 100 μs. Jis gali būti linijinis,

šakotinis ir labai retai kamuolinis. Srovės stiprumas siekia 200-230 kA, o įtampa - nuo šimto tūkstančių iki vieno milijono ir daugiau voltų. Temperatūra žaibo zonoje siekia 20 000 °C, todėl žaibo zonoje pasitaikantys pastatai, medžiai ar aukštesni statiniai gali būti padegti arba suardyti. Žmogui pavojingas tiesioginis atmosferos elektros išlydis ir žingsnio įtampa. Kai žaibuoja, pavojinga stovėti po aukštesniais medžiais, pastatais ir statiniais. Negalima bėgti, dirbti statybinėmis mašinomis, naudotis elektriniais prietaisais, dirbti su elektros įrenginiais.

Pastatus ir statinius nuo žaibų saugo žaibolaidžiai.

Žaibolaidis - įrenginys, priimantis žaibo smūgį ir nuvedantis jo srovę į žemę. Žaibolaidį sudaro:

- žaibo priėmiklis – tiesiogiai priimantis smūgį;
- atramos, prie kurių jis pritvirtintas;
- srovės nuvediklis – laidininkas, žaibo srovę perduodantis į žemę;
- įžemiklis - išskirstantis žaibo srovę žemėje.

Pagal konstrukcijas žaibolaidžiai skirstomi į:

- strypinius – su vertikaliais žaibo priėmikliais;
- lyninius (iššėtuosius) – su horizontaliu žaibo priėmikliu, pritvirtintu prie dviejų įžemintų atramų;
- tinklinius – daugkartinius, horizontalius žaibo priėmiklius, susikertančius stačiu kampu ir montuojamus ant saugomo pastato ar statinio.

Įžemiklis – tai vienas ar keli laidininkai, kurie liečiasi su žeme ir skirti žaibo srovei nuvesti į žemę arba sumažinti įtampą, atsirandančią metalinių įrenginių korpusuose, komunikacijose. Įžemikliai gali būti natūralūs ir dirbtiniai. Natūralūs – tai pastatų ir statinių metalinės arba gelžbetoninės konstrukcijos, įgilintos į žemę. Dirbtiniai – tai juostinio arba apvalaus profilio plieno, specialiai žemėje nutiesti kontūrai iš vertikalių ir horizontalių laidininkų. Pagal įžemiklių formą ir išdėstymą jie gali būti įgilinti, vertikalūs, horizontalūs ir kombinuoti. Jų tipas parenkamas pagal grunto savitąją varžą ir leistiną impulsinės varžos iki 30 Ω dydį.

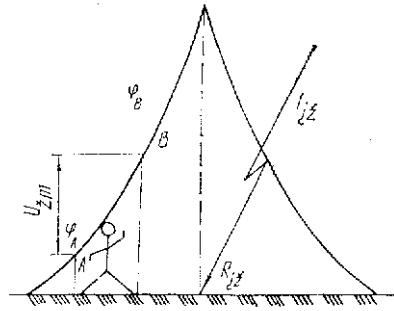
Erdvė, kuroje pastatas ar statinys tam tikru patikimumu apsaugomas nuo tiesioginių žaibo smūgių, vadinama žaibolaidžio apsaugos zona. Apsaugos zonos būna A ir B tipo. A tipo zonos patikimumas yra daugiau kaip 99,5 %, o B tipo – daugiau kaip 95 %. Kuo pastatas arčiau apsaugomos zonos centro, tuo patikimumas didesnis.

Pagal pavojingumą žaibuojant pastatai ir statiniai skirstomi į 3 kategorijas.

Pastatai ir statiniai, priskirti I kategorijai, turi būti apsaugomi nuo tiesioginių žaibo smūgių įrengiant atskirai stovinčius strypinius arba lyninius žaibolaidžius. Pastatai ir statiniai, priskiriami II kategorijai, kurių stogo danga ne metalinė, turi būti apsaugomi nuo tiesioginių žaibo smūgių įrengiant atskirai stovinčius arba pastatytus ant saugomo objekto strypų arba lynų žaibolaidžius. Pastatų ir statinių metalinė stogo danga gali būti panaudota kaip žaibo priėmiklis. Visi išsikišantys nemetaliniai elementai apsaugomi žaibo priėmikliais, prijungiant juos prie stogo dangos metalo. Pastatai ir statiniai, priskirti III kategorijai, nuo tiesioginio žaibo smūgio apsaugomi kaip ir II kategorijos statiniai.

Visi žaibosaugos įrenginiai turi būti tikrinami. I ir II kategorijos pastatams ir statiniams - vieną kartą per metus prieš perkūnijos sezono pradžią, o III kategorijos pastatams ir statiniams - vieną kartą per 3 metus. Tikrinant apžiūrima žaibolaidžių ir srovės nuvediklių bei kontaktų tarp jų būklė, apsauga nuo korozijos, išmatuojama atskirai stovinčių žaibolaidžių įžemiklių varža.





4.4 pav. Žingsnio įtampa

#### 4.1.7. Apsauga nuo statinės elektros

Statinė elektra – tai reiškinys, susijęs su laisvųjų elektros krūvių atsiradimu, išsilaikymu ir relaksacija medžiagos paviršiuje arba tūryje. Statinė elektra susidaro dielektrinėse arba blogai laidžiose elektros srovei medžiagose. Jos susidarymą lemia nelaidžių arba blogai laidžių dujų, skysčių ar kietų kūnų judėjimo trintis (iš organinių skysčių labiausiai išielektrina benzolas ir etilo eteris). Tai gali būti kuro judėjimas vamzdynais didesniu negu  $0,7 \div 1$  m/s greičiu, oro ar kitų dujų judėjimas vamzdynais, ypač jei yra kietų dalelių priemaišų (valant orą), pilant ar perpilant skysčius laisva srove, ore judant dulkėms ar kitiems smulkiems produktams, veikiančiose diržinėse pavarose, transporterio juostose ar trinantis dalelėms judančiuose transporteriuose. Ji taip pat atsiranda gabenant birias medžiagas, plaunant, nuriebinant detales ir kt.

Statyboje statinė elektra atsiranda vežant kurą cisternose, pildant kuru statybines mašinas ar mechanizmus, jį perpilant iš vienos talpyklos į kitą, kompresorių resiveriuose naudojant suslėgtą orą technologiniams tikslams, vežant ir pilant birias statybines medžiagas, valant statybines konstrukcijas smėlio ar kitų kietų medžiagų srove, ventiliacijos sistemose judant orui.

Statinė elektra gali tapti gaisro ar sprogimo priežastimi. Kai kuriais atvejais statinės elektros išlydis gali traumuoti dirbantį žmogų.

Srovės, atsirandančios dėl statinės elektros, yra nestiprios, apie  $10^{-3}$  A, bet potencialų skirtumas gali siekti dešimtis tūkstančių voltų. Pvz., vežant smėlį ar skaldą automobiliais potencialų skirtumas gali būti 3 000 V, diržinei pavarai judant 15 m/s greičiu - iki 8 000 V, judant gumuotoms transporterio juostoms - iki 45 000 V. Esant 3 000 V potencialų skirtumui, iškrovos kibirkštis gali uždegti beveik visas degias dujas, o kai jis siekia 5 000 V - daugumą degių dulkių.

Norint sumažinti statinės elektros krūvių susidarymą, reikia:

1. Įžeminti visas metalines dalis, kuriose gali atsirasti statinė elektra (korpusus, vamzdynus, cisternas). Įžeminimo varža neturi būti didesnė negu  $100 \Omega$ .
2. Mažinti medžiagų paviršinę arba tūrinę varžą, naudojant tirpias arba paviršines antistatines medžiagas, drėkinant gabenamas medžiagas.
3. Padidinti patalpos laidumą. Tai galima padaryti padidinus santykinę drėgmę iki 65 - 70 %, jonizuojant patalpos orą, įrengiant elektrai laidžias grindis, valant dulkes patalpose ir nuo įrenginių.
4. Riboti skysčių tekėjimo greitį. Kai skysčių specifinė tūrinė varža ne didesnė kaip  $0,1 \text{ M}\Omega \cdot \text{m}^3$  (benzino, benzolo), leistinas skysčių judėjimo greitis apie 1,2 m/s. Pripilant rezervuarus, kai skysčio tūrinė varža didesnė už  $0,1 \text{ M}\Omega \cdot \text{m}^3$ , skysčio judėjimo greitis negali viršyti 1 m/s. Negalima pildyti rezervuarų krentančia srove, tiekti degių medžiagų elektrai nelaidžiais vamzdžiais.

5. Nenaudoti diržinių pavarų sprogiuose ar dulkėtose patalpose. Naudojant diržines pavaras negalima kryžiuoti diržų, reikia juos tinkamai įtempti, mažinti diržų judėjimo greitį. Juos reikia tepti antidielektriniais mišiniais, į kurių sudėtį įeina techniniai suodžiai, glicerinas, vanduo.
6. Birias medžiagas apdoroti elektrai laidžiuose įrenginiuose, į patalpas tiekti drėgną ar jonizuotą orą arba inertines dujas. Tekant dujoms vamzdynais, jas būtina valyti nuo priemaišų.

## **5. GAISRINĖ SAUGA**

### **5.1. DEGIMO SISTEMOS IR PROCESAI. SAVAIMINIS UŽSILIEPSNOJIMAS IR UŽSIDEGIMAS, PLIŪPSNIO TEMPERATŪRA. SPROGIMAS**

#### *Degimas*

Degimu vadiname sudėtingą fizinių-cheminį procesą, kurio metu vyksta greita medžiagų oksidacijos reakcija, išskirdama šviesą ir šilumą. Degimo procese oksidatorius yra deguonis. Tačiau degimas gali vykti chloro, bromo ir kitų oksidatorių terpėje.

Degimo procesui reikalinga degi medžiaga, oksidatorius ir uždegimo šaltinis. Nesant vieno iš jų, degimo procesas nevyks. Degimo proceso metu kietos arba skystos degios medžiagos pereina į dujinę būseną, su deguonimi pasiekdamos tam tikrą koncentraciją. Ore yra apie 21 % deguonies. Kai deguonies koncentracija ore sumažėja iki 14-15 %, degimas užgęsta. Uždegimo šaltinis - tai bet kuris kūnas, turintis temperatūros ir šilumos atsargą, kurios pakanka degios sistemos tam tikram tūriui įkaitinti, kad įvyktų degimas. Uždegimo šaltiniai gali būti šilumos (liepsna, kibirkštis, spinduliuojanti šviesa, įkaitinti daiktai) arba šilumos pasireiškimas kita energija: chemine (egzoterminė reakcija), mechanine (trintis, smūgis, adiabatinis slėgis), elektrine (elektros išlydis) ir kt.

Degimas gali būti homogeninis (vienalytis) ir heterogeninis (nevienalytis). Homogeniškai degant degioji medžiaga ir oras yra susimaišę, ir dega tik dujinės medžiagos. Toks dujų, garų, dulkių ir oro mišinių degimas vadinamas kinetiniu. Kinetinio degimo metu reakcija tarp degiųjų elementų ir oksidatoriaus yra tūrinė. Tokio degimo pavyzdžiu gali būti dujų ir oro mišinys, esantis inde, arba garo ir oro mišinys vidaus degimo variklių cilindruose. Šio degimo reakcijos greitis priklauso nuo pradinės medžiagų koncentracijos ir temperatūros. Jeigu toks degimas vyksta uždaramame inde, tai pakilus slėgiui įvyksta sprogimas, o jeigu ilgame vamzdyje, - įvyksta detonacija ir degimo greitis yra 1000 - 4000 m/sek.

Heterogeniškai degant reakcija vyksta tarp skirtingos agregatinės būsenos medžiagų: kietos ir dujų, skystos ir dujų. Degi medžiaga ir oras nesusimaišę. Oro deguonis patenka į degimo zoną difuzijos būdu, susidaro difuzinė liepsna, kurios dydis ir plitimo greitis priklauso nuo deguonies difuzijos į degimo zoną greičio. Toks degimo būdas nusakomas difuzija ir šilumos laidumu, ir vadinamas difuziniu degimu. Difuzinis degimas labiausiai paplitęs buityje ir technikoje, jis vyksta ir gaisro metu.

#### *Degimo procesai*

Degimo proceso grandinių reakcijų teorinius pagrindus suformulavo akademikas N. Semionovas. Remiantis šia teorija, oksidacijos proceso metu išsiskiria šiluma ir, esant tam tikroms sąlygoms, šiluma išsiskiria vis greičiau. Šis oksidacijos reakcijos proceso greitėjimas ir perėjimas į degimą vadinamas savaiminiu užsiliepsnojimu. Užsiliepsnojimas gali būti šiluminis ir grandininis. Pirmuoju atveju vykstant cheminei reakcijai medžiaga savaime užsiliepsnoja, kai šilumos išsiskyrimo greitis degimo sistemoje didesnis už šilumos išsisklaidymo greitį į aplinką. Esant grandiniam savaiminiam užsiliepsnojimui reakcijos greitėjimo priežastis yra ta, kad grandinių išsišakojimo greitis didesnis už jų nutrūkimo greitį.

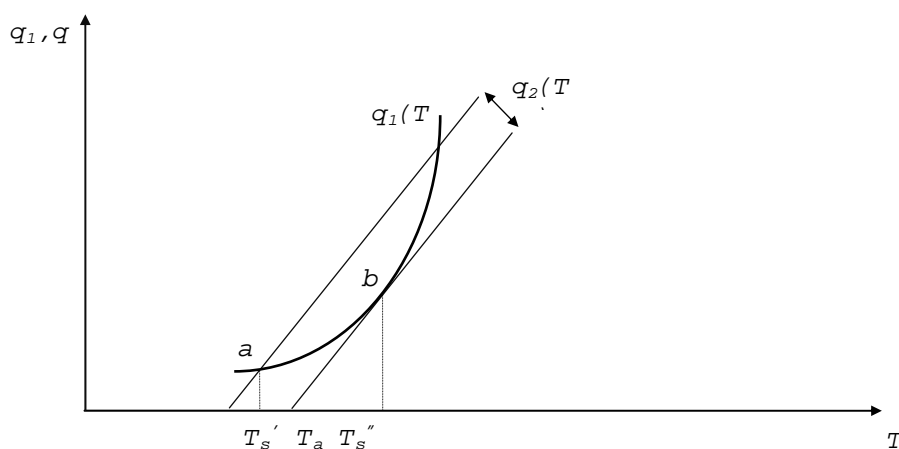
#### *Šiluminis savaiminis užsiliepsnojimas*

Šiluminio savaiminio užsiliepsnojimo procesą paaiškinsime pavyzdžiu: inde, kurio tūris  $V$ , dega degaus skysčio garai, sąveikaudami su oru. Didinant indo ir degiojo mišinio temperatūrą, reakcija greitėja ir šilumos išsiskiria daugiau. Šilumos išsiskyrimo greičio priklausomybė nuo temperatūros išreiškiama:

$$q_1 = QVKc^{\nu} e^{E/RT}, \quad (5.1)$$

čia  $q_1$  - šilumos išsiskyrimo greitis;  $Q$  - dujų degimo šiluma;  $V$  - degiojo mišinio tūris;  $K$  - degimo reakcijos greičio konstanta;  $c$  - reaguojančios medžiagos koncentracija;  $\nu$  - reakcijos laipsnis;  $E$  - aktyvacijos energija;  $R$  - universalioji dujų konstanta;  $T$  - mišinio temperatūra.

Grafiškai ši priklausomybė pavaizduota 5.1 pav. Cheminės reakcijos greičiu laikomas medžiagos kiekis, reaguojantis tūrio vienetu per laiko vienetą. Aktyvacijos energija - tai energija, kuri reikalinga senos cheminės sistemos molekuliniais ryšiams pertvarkyti ir naujos sistemos naujiems molekuliniais ryšiams sudaryti.



5.1 pav. Šilumos išsiskyrimo greičio  $q_1$  ir šilumos pernašos greičio  $q_2$  priklausomybė nuo temperatūros  $T$

Išsiskirianti šiluma persiduoda degiajam mišiniui, kuris sparčiai kaista. Kai tik mišinio temperatūra viršija indo sienelių temperatūrą, šiluma persiduoda per indo sienelės į aplinką. Šilumos pernašos greitis per indo sienelės nusakomas tokia priklausomybe:

$$q_2 = kS(T - T_s), \quad (5.2)$$

čia  $k$  - šilumos pernašos koeficientas nuo degiojo mišinio į indo sienelės;  $S$  - indo sienelių paviršius;  $T$  - degiojo mišinio temperatūra;  $T_s$  - indo sienelių temperatūra.

5.1 pav. kreivė  $q_1(T)$  vaizduoja šilumos išsiskyrimo greičio priklausomybę nuo temperatūros, o tiesės  $q_2(T)$  vaizduoja šilumos pernašą per indo sienelės, esant skirtingoms pradinėms mišinio ir indo sienelių temperatūroms. Pradžioje esant indo sienelių temperatūrai  $T_s$ , mišinys kais ir jo temperatūra pasieks  $T_a$  reikšmę, kuri atitiks tašką  $a$ , t.y. kreivės  $q_1(T)$  ir tiesės  $q_2(T)$  susikirtimo tašką, esant pradinei temperatūrai  $T_s$ . Taške  $a$  šilumos išsiskyrimo greitis prilygsta šilumos pernašos greičiui. Mišinys nekais savaime daugiau nei iki temperatūros  $T_a$ , nes šilumos pernaša per indo sienelės viršys šilumos išsiskyrimą.

Kai mišinio ir indo sienelių pradinė temperatūra  $T_s''$ , tiesė  $q_2(T)$  lies kreivę  $q_1(T)$  taške  $b$ . Šiuo atveju mišinys kais iki temperatūros  $T_b$ . Be to, mišinys gali kaisti ir toliau, nes aukščiau ir žemiau už tašką  $b$  šilumos išsiskyrimo greitis dėl vykstančios cheminės reakcijos bus didesnis už šilumos pernašą per sienelės. Šiluminis režimas taške  $b$  nebus pastovus. Kad ir kaip mažai padidinsime indo sienelių temperatūrą, kreivės neturės bendrų taškų, reiškia, negalimas pusiausvirasis šiluminis režimas, nes staigiai pakils temperatūra ir atitinkamai reakcijos greitis. Reiškinį, kai oksidacijos reakcija pradžioje vyksta lėtai, bet, išsiskiriant šilumai reakcija ir šilumos išsiskyrimas

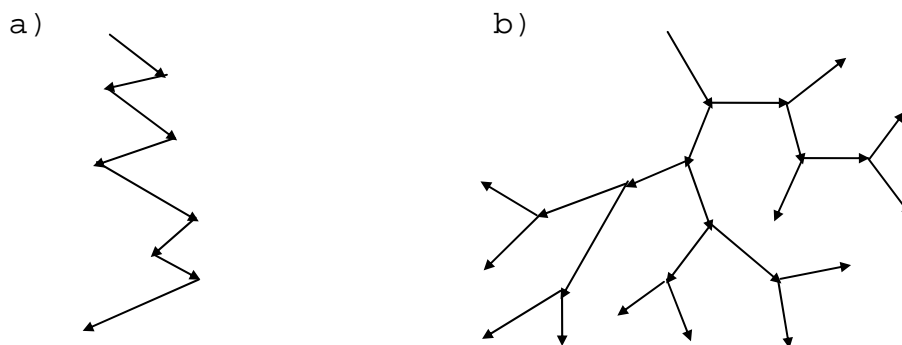
neribotai greitėja, mišinys sparčiai kaista ir sudega, vadiname savaiminiu užsiliepsnojimu arba “šiluminiu sprogamu”.

#### Grandininis savaiminis užsiliepsnojimas

Reakcijos produktai tuoj pat po cheminės sąveikos sukaupia didelę atsargą kinetinės energijos. Ši energija, susidūrus molekulėms arba spinduliavimu gali išsisklaidyti į aplinką, taip pat įkaitinti mišinį, kai šiluma neišsisklaido.

Kita galimybė perduoti energijos perteklių - kai ji realizuojama grandininio pobūdžio cheminėse reakcijose. Grandininių reakcijų esmė ta, kad tam tikromis sąlygomis, nepaisant temperatūros pakilimo, degioje sistemoje susidaro aktyvūs centrai - atomai, radikalai, kurie yra aktyvesni ir lengvai reaguoja su kitomis molekulėmis arba nutraukia tarp molekulių esančias jungtis, sudarydami naujus aktyvius centrus.

Grandininio užsiliepsnojimo ir sproginimo reakcijos vyksta įvairiai. Tai priklauso nuo to, kiek susidaro antrinių aktyviųjų centrų - po vieną ar daugiau, kai reaguoja reakcijos komponentai. Pirmuoju atveju aktyviųjų centrų skaičius lieka nepakitęs ir reakcija vyksta pastoviu (nesikeičiant temperatūrai ir koncentracijai) greičiu, t.y. stacionariai. Antruoju atveju aktyviųjų centrų skaičius be pertraukos didėja, grandinė išsišakoja ir reakcija greitėja. Pirmojo tipo grandininės reakcijos vadinamos neišsišakojusiomis, antrojo - išsišakojusiomis (5.2 pav.).



5.2 pav. Grandininės reakcijos schema: a - neišsišakojusi; b - išsišakojusi

Neišsišakojusios grandininės reakcijos pavyzdys yra chloro ir vandenilio sąveika. Chloro molekulė palyginti lengvai skyla į atomus, pvz., paveikta šviesos  $Cl_2 \xrightarrow{h\nu} 2Cl$ .

Atominis chloras lengvai jungiasi su vandeniliu  $Cl+H_2 \rightarrow HCl+H$ . Reakcijos procese susidaręs atominis vandenilis reaguoja su molekulinium chloru  $H+Cl_2 \rightarrow HCl+Cl$ . Sumuodami šias reakcijas gauname  $Cl+H_2+Cl_2 \rightarrow Cl+2HCl$ . Reiškia, kad grandininės reakcijos aktyvūs centrai - chloro ir vandenilio atomai - neregeneruoja, jų koncentracija nesikeičia, grandininė reakcija nutrūksta ir mišiniai nebesprogsta.

Šilumos teorija teigia, kad savaiminio užsiliepsnojimo priežastis ir išdava yra šiluma, o grandininė teorija teigia, kad šiluma - tik proceso išdava. Realiomis sąlygomis savaiminio užsiliepsnojimo ir degimo procesai yra kartu grandininio ir šiluminio pobūdžio. Daugumos dujų degimo cheminių reakcijų mechanizmas yra grandininis.

Temperatūra, kurioje vykstant reakcijai susidarantis šilumos kiekis yra lygus išsiskiriančios į aplinką šilumos kiekiui, vadinama savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra.

Savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra priklauso nuo degiojo mišinio sudėties (mišinio degių komponentų ir oro santykio), tūrio ir slėgio (didėjant tūriui ir slėgiui savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra mažėja) ir kt. Kai kurių medžiagų savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra pateikta 5.1 lentelėje.

5.1 lentelė. Kai kurių medžiagų savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra

Medžiagos pavadinimas	Savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra °C	Medžiagos pavadinimas	Savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra
Benzinas	240-500	Medžio anglis	350-600
Mediena	250-350	Etilo alkoholis	400-600
Rusvoji anglis	250-450	Acetonas	500-700
Akmens anglis	250-450	Benzolas	580-659

### *Savaiminis užsidegimas*

Kai kurios medžiagos, daugiausia organinės kilmės, užsiliepsnoja esant atmosferos slėgiui ir tam tikrai temperatūrai. Tai durpės, pjuvenos, kai kurių rūšių anglis, tepaluoti skudurai ir kitos medžiagos. Šios medžiagos turi daug porų, dėl to jų oksidacijos paviršius yra didelis. Jei nesilaikoma sandėliavimo taisyklių (bloga patalpų ventilacija, sandėliuojama krūvose), jose prasideda fiziniai-cheminiai arba biocheminiai procesai, dėl kurių išsiskiria šiluma ir medžiaga savaime įkaista. Jeigu išsiskirianti šiluma neišsisklaido į aplinką, o kaupiasi, tai oksidacijos reakcija labai pagreitėja ir medžiaga savaime užsidega.

Medžiagos, kurių savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra žemesnė kaip 50 °C, vadinamos savaime užsidegančiomis. Kuo žemesnė medžiagos savaiminio užsidegimo temperatūra, tuo medžiaga pavojingesnė. Savaiminio užsidegimo procesas gali prasidėti esant normaliai temperatūrai (10-20 °C).

Savaime užsidegančias medžiagas galime suskirstyti į tris grupes:

- savaime užsidegančios dėl sąveikos su oru. Šiai grupei priskiriama rusvoji ir akmens anglis, durpės, augalinės medžiagos ir kt.;
- sukeliančios degimą dėl vandens poveikio, tai - negesintos kalkės, kalcio karbidas, šarminių ir žemės šarminių metalų hidridai, kalis, natris ir kt.;
- savaime užsidegančios jungiantis vienai su kita. Šiai grupei priklauso dujiniai, riebaliniai ir kietieji oksidatoriai. Acetilenas, vandenilis, metanas, etilenas sumaišyti su chloru įkaista, o veikiami šviesos - sprogtas. Suslėgtame deguonyje savaime užsidega tepalai.

### *Užsiliepsnojimas*

Medžiagos užsiliepsnojimas - tai degimo procesas, kai nedidelė dalis degios medžiagos tūrio šildoma uždegimo šaltiniu (liepsnos įkaitintu kūnu) iki savaiminio užsiliepsnojimo temperatūros, o kita dalis yra šalta. Kai degios medžiagos nedidelė dalis užsiliepsnoja, šiluma nuo įkaitusių degimo produktų plis į dar neužsiliepsnojusios dalies pusę. Fizikinė užsiliepsnojimo proceso esmė ta pati, kaip ir savaiminio užsiliepsnojimo. Pagrindinis skirtumas tai, kad užsiliepsnojimo procesas atžvilgiu erdvės degiosios medžiagos yra riboto tūrio, tuo tarpu savaiminio užsiliepsnojimo procesas apima visą medžiagos tūrį.

Užsiliepsnojimo temperatūra paprastai truputį aukštesnė už savaiminio užsiliepsnojimo temperatūrą. Tai priklauso nuo užsiliepsnojimo šaltinio dydžio ir jo veikimo laiko. Atmetus šių veiksnių įtaką, užsiliepsnojimo temperatūra yra lygi savaiminio užsiliepsnojimo temperatūrai.

### *Pliūpsnio temperatūra*

Pliūpsnis - tai greitas degiojo mišinio sudegimas, kurio metu nesusidaro suslėgtųjų dujų. Pliūpsnio temperatūra - pati žemiausia degios medžiagos temperatūra, kai jos paviršiuje susidaro garai arba dujos, kurie pliūpteli esant uždegimo impulsui, bet jų susidarymo greitis per mažas, kad įsiliepsnotų.

Skysčiai pagal pliūpsnio temperatūrą skirstomi į degiuosius ir lengvai užsiliepsnojančius. Degieji skysčiai dega ir tada, kai pašalinamas uždegimo šaltinis. Jų pliūpsnio temperatūra yra didesnė kaip 61 °C. Pavyzdžiui, transformatorinės alyvos pliūpsnio temperatūra - 122 °C, acetono

- 20 °C. Lengvai užsiliepsnojančių skysčių pliūpsnio temperatūra labai mažai (1...5 °C) skiriasi nuo užsiliepsnojimo temperatūros.

### *Degiųjų dujų, garų ir oro mišinių sproginimas*

Sproginimas - tai trumpalaikis, spartus medžiagos degimo ar skilimo procesas, kurio metu išsiskiria labai daug staiga įkaitusių ir išsiplečiančių dujų ar garų, kurie didelio slėgio smūgio banga veikia aplinką. Degiųjų dujų, garų ir oro mišiniai greitai sproginama tik esant tam tikroms koncentracijoms. Mažiausia degiųjų dujų ar garų koncentracija ore, kai mišinys dar gali užsiliepsnoti ir sprogti, vadinama žemutine ribine koncentracija. Degiųjų dujų ir garų koncentracija, kurią viršijus sproginimas neįvyksta, vadinama aukštutine ribine koncentracija.

Kuo didesnis ribinių koncentracijų diapazonas, tuo degioji medžiaga sprogesnė. Ribinės sproginamumo koncentracijos išreiškiamos procentais tūrio atžvilgiu. Pvz., acetileno žemutinė ribinė sproginamumo koncentracija 2,5 %, aukštutinė - 80 %; propano - žemutinė 2,10 %, aukštutinė 9,50 %; acetono 2,55 % ir 12,8 %; benzino 0,76 % ir 5,40 %; žibalo 1,10 % ir 7,0 %; metano 5,0 % ir 15,0 %.

Atskirų komponentų žemutinė ribinė sproginamumo koncentracija skaičiuojama pagal Le-Šatelje formulę:

$$C_p = \frac{100}{\frac{C_1}{C_p^1} + \frac{C_2}{C_p^2} + \dots + \frac{C_n}{C_p^n}} \% , \quad (5.3)$$

čia  $C_z$  - mišinio žemutinė ribinė sproginamumo koncentracija tūrio %;  $C_1, C_2, \dots, C_n$  - mišinio atskirų degiųjų komponentų koncentracijos % šiuo atveju  $C_1, C_2, \dots, C_n = 100\%$ ;  $C_z^1, C_z^2, \dots, C_z^n$  - atskirų mišinio komponentų žemutinės ribinės sproginamumo koncentracijos tūrio %.

Analogiškai apskaičiuojama aukštutinė ribinė mišinio sproginamumo koncentracija  $C_A$ .

Degiųjų mišinių ribiniai sproginamumo koncentracijų dydžiai priklauso nuo uždegimo impulso galios, inertinių dujų ir garų priemaišų, temperatūros ir slėgio. Padidėjus uždegimo impulso galiai ir slėgiui arba pakėlus temperatūrą, sproginamumo ribų diapazonas pasidaro labai platus: sumažėja žemutinė ir padidėja aukštutinė sproginimo koncentracija. Sumažinus degiojo mišinio slėgį arba įleidus inertinių dujų, sproginamumo ribų diapazonas siaurėja, ir esant tam tikram slėgiui mišinys nesproginama.

Sproginose patalpose neturi būti sproginimo impulsų. Reikia atsargiai elgtis su atvira liepsna, neleisti detalėms išilti nuo trinties, vengti smūgių, elektros įrengimai neturi kibirkščiuoti. Smulkinant, malant ir gabenant pneumatiniu transportu inertines medžiagas, jų dulkės įsielektrina ir elektrostatinėms krūvių išlydžiai gali sukelti gaisrus ir sproginimus. Įrengimai ir vamzdynai turi būti gerai izeminti, aplinkos oras drėkinamas ir jonizuojamas.

Sproginimai įvyksta dujomis ar dulkėmis užpildant ar ištuštinant bunkerius ir rezervuarus. Prieš užpildant arba prieš baigiant ištuštinti bunkerius, reikia į juos paleisti inertinių dujų srovę.

Atidarius karštus autoklavus, cisternas su bitumu išsiveržia karšti garai, kurie ore gali sudaryti sproginamumo koncentraciją ir savaime sprogti. Sproginimo impulsas - karštos dujos ir garai. Draudžiama atidaryti neatvėsusius karštus autoklavus ir cisternas.

Sproginose patalpose santykinė oro drėgmė turi būti ne mažesnė kaip 80-90%. Vandens garai mažina statinės elektros krūvių ir veikia kaip inertinės dujos.

Iš anksto sudaryti dujų ir oro mišiniai padegti sproginama, kai dujų koncentracijos mišinyje tokios, kurioms esant vyksta labai sparčios grandininės reakcijos. Jeigu degančios dujos (ar degiųjų skysčių garai) maišomos su oru degimo procese, tai jos dega nesproginamos. Toks degimas vyksta asfaltbetonio maišyklių dujų degikliuose.

## **5.2. GAMYBOS PROCESŲ GAISRINĖ KLASIFIKACIJA**

Pagal gamybinį pobūdį, naudojamų ir sandėliuojamų medžiagų degimo bei sproginimo savybes visi gamybos procesai skirstomi į 5 kategorijas - *A, B, C, D, E*. Pastatai ir patalpos, kuriuose vyksta *A* ir *B* kategorijos gamybos procesai - sproginūs ir pavojingi gaisro atžvilgiu, *C* -

pavojingi gaisrui. Žemiau pateikiamos medžiagų charakteristikos, kurios būdingos išvardintų gamybos procesų kategorijoms.

*A* kategorija: degiosios dujos ir lengvai užsiliepsnojantys skysčiai, kurių garų pliūpsnio temperatūra yra iki +28 °C, jeigu naudojama jų tiek, kad užsidegus sprogstančiam garų ar dujų ir oro mišiniui, patalpoje susidaro didesnis kaip 5 kPa sprogimo momentinis slėgis; medžiagos, kurios sprogs ir dega sąveikaudamos su vandeniu, deguonimi arba viena su kita. Šiai kategorijai priskiriama acetileno ir degalų perpumpavimo stotys, benzino apdorojimo cechai, degių dujų balionų, acetileno generatorių, degių skysčių sandėliai ir kt.

*B* kategorija: degios dulkės arba pluoštas, lengvai užsiliepsnojantys skysčiai, kurių garų pliūpsnio temperatūra yra aukštesnė kaip + 28 °C; degieji skysčiai, įkaitinti iki pliūpsnio ir aukštesnės temperatūros; degieji skysčiai, kurie avarijos atveju gali sudaryti sprogius aerozolius. Tai gamyba, kai naudojama toks šių medžiagų kiekis, kad užsidegus sprogstančiam dulkių ar garų ir oro mišiniui patalpoje susidaro didesnis kaip 5 kPa momentinis slėgis. Šiai kategorijai priskiriami medienos gamybos cechai, mazuto ir kitų degių skysčių sandėliavimo ir plovimo cechai, skystojo kuro sandėliai ir kt.

*C* kategorija: degieji ir sunkiai degūs skysčiai, degiosios ir sunkiai degios kietosios medžiagos (taip pat dulkės ir pluoštas), kurios sąveikaudamos su vandeniu, oro deguonimi arba viena su kita gali tikėtai degti. Šiai kategorijai priskiriami stalių cechai, tepalų regeneravimo cechai, degių medžiagų sandėliai ir kt.

*D* kategorija: karštos, įkaitintos ir išlydytos nedegiosios medžiagos, kurias apdorojant spinduliuoja šiluma, susidaro kibirkštys ir liepsna; kietos, skystos ir dujinės medžiagos, kurios deginamos ir utilizuojamos kaip kuras. Šiai kategorijai priskiriama kalkės, metalo terminio apdorojimo cechai, variklių bandymo cechai, suvirinimo patalpos, katilinės ir kt.

*E* kategorija: nedegiosios medžiagos, apdorojamos šaltai. Šiai kategorijai priskiriama mechaniniai cechai, kompresorinės, nedegių skysčių siurblinės, įrankių cechai ir kt.

Remiantis šia klasifikacija nustatomi bendrieji gaisrinės saugos reikalavimai kiekvienai gamybos proceso kategorijai. Patalpų kategorija nustatoma bendra visai pastato daliai, kuri yra atskirta gaisrasienėmis, pertvaromis ir perdangomis. Technologinio proceso (baro) ir patalpos kategorija nustatoma vadovaujantis technologinio projektavimo normomis.

### **5.3. STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ IR KONSTRUKCIJŲ DEGUMAS**

Statybinės medžiagos ir konstrukcijos skirtingai reaguoja į liepsnos veikimą: vienos greitai sudega, kitos ilgam išlaiko apkrovą. Dėl to visos statybinės medžiagos ir konstrukcijos, atsižvelgiant į jų degumą, skirstomos į tris grupes:

- nedegios medžiagos ir konstrukcijos aukštoje temperatūroje arba ugnyje normaliomis atmosferos ir oro sąlygomis neužsiliepsnoja, nedega, nerusena ir neanglėja. Tai visos gamtinės ir dirbtinės neorganinės medžiagos: akmenys, plytos, metalai;
- sunkiai degios medžiagos ir konstrukcijos aukštoje temperatūroje arba ugnyje užsiliepsnoja, rusena arba anglėja ir dega arba rusena veikiant ugnies šaltiniui, o pašalinus ugnies šaltinį degimas ir rusenimas baigiasi. Šių medžiagų ir konstrukcijų sudėtyje yra nedegių ir degių medžiagų. Tai, asfaltbetonis, pjuvenų betonai, antipirenuose išmirkyta mediena ir kt.;
- degiosios medžiagos ir konstrukcijos ugnyje dega ir rusena net ir tada, kai pašalinamas ugnies šaltinis. Tai visos organinės medžiagos: mediena, ruberoidas, tolai, durpių plokštė ir kt. Iš jų pagamintos konstrukcijos nepadengtos nedegiomis medžiagomis.

### **5.4. STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ ATSPARUMAS UGNIAI**

Pastatų ir statinių gaisrinį saugumą lemia jų atsparumas ugniai, kuris priklauso nuo pagrindinių konstrukcinių elementų degumo ir atsparumo ugniai.

Statybinių konstrukcijų atsparumas ugniai yra jų savybė nesuirti, neprarasti standumo ir neperkaisti iki pavojingos ribos.

Standumo praradimas - tai statybinių konstrukcijų griuvimas. Standumo praradimas, ypač sudėtingų statinių, - tai deformacijų atsiradimas konstrukcijose, kurių dydis neleidžia toliau eksploatuoti statinio.

Konstrukcijos perkaitimas - tai konstrukcijos įkaitinimas iki tokios temperatūros, kurią viršijus gali užsiliiepsnoti daiktai, esantys gretimose patalpose, arba atsirasti plyšiai, pro kuriuos gali prasiskverbti degimo produktai.

Statybinių konstrukcijų atsparumas ugniai apibūdinamas minimaliu laiku, kuriam praėjus konstrukcija praranda atitvarinę arba laikomąją galią ir matuojama valandomis nuo gaisro arba konstrukcijos bandymo atsparumo ugniai pradžios, iki konstrukcijoje atsirast vieną iš šių požymių:

- plyšiai arba skylės, pro kurias gali prasiskverbti degimo produktai arba liepsna;
- gaisro veikiamos konstrukcijos kitos pusės temperatūra vidutiniškai pakilo daugiau kaip 140 °C, arba daugiau kaip 180 °C bet kuriame to paviršiaus taške, lyginant su konstrukcijos temperatūra iki bandymo, arba 220 °C nepaisant konstrukcijos temperatūros iki bandymo;
- konstrukcija suiro arba deformavosi.

Pagrindinis veiksnys, gaisro metu ardantis konstrukcijas, yra aukšta temperatūra (900-1400 °C). Temperatūra, kurioje konstrukcija pasiekia atsparumo ugniai minimalų laiką, vadinama kritine temperatūra -  $t_{kr}$ .

Kai kurių statybinių konstrukcijų atsparumo ugniai minimalus laikas  $R$  ir jų degumo grupė pateikta 5.2 lentelėje.

5.2 lentelė. Kai kurių statybinių konstrukcijų atsparumo ugniai minimalus laikas  $R$  ir jų degumo grupės

Eil.Nr.	Konstrukcijos pavadinimas	Storis, cm	R, val.	Degumo grupė	
1.	Silikatinų ir skylėtųjų molio plytų pertvaros arba sienos	6,5	0,75	nedegi	
		12	2,5	nedegi	
		25	5,5	nedegi	
2.	Gelžbetonio ir betono pertvaros arba sienos	6	0,75	nedegi	
		12	2,5	nedegi	
3.	Ištisinės gelžbetoninės laisvai atremtos perdangų ir denginio plokštės, armuotos A. III klasės armatūra, kai apsauginio betono sluoksnio storis:				
		20	-	1,3	nedegi
		30	-	1,9	nedegi
		40	-	2,9	nedegi
		50	-	3,7	nedegi
4.	Stiklo blokų pertvaros	10	0,25	nedegi	
5.	Medinės pertvaros ir sienos, tinkuotos iš abiejų pusių 2 cm storio tinko sluoksniu	10	0,6	sunkiai degi	
		20	1,0	sunkiai degi	
		25	1,25	sunkiai degi	

Visi pastatai ir statiniai bei jų konstrukciniai elementai skirstomi pagal atsparumo ugniai laipsnius į aštuonias grupes - I, II, III, IIIa, IIIb, IV, IVa ir V. Pastatų ir statinių bei jų konstrukcinių elementų atsparumo ugniai laipsnį nusako šių konstrukcijų medžiagų degumo grupė ir jų dalių atsparumo ugniai minimalus laikas. Nustatant pastato atsparumo ugniai laipsnį reikia žiūrėti, kad konstrukcinių elementų degumo grupė ir faktinio atsparumo ugniai minimalus laikas būtų didesnės nei nurodyta statybos normose ir taisyklėse.

5.3 lentelėje pateiktos kai kurių statybinių konstrukcijų atsparumo ugniai minimalus laikas ir maksimalios ugnies plitimo ribos konstrukcijomis.

Europos Ekonomikos Bendrijos Tarybos direktyvos 89/106/EEC Esminio reikalavimo Nr. 2 "Gaisrinė sauga" Aiškinamajame dokumente pateikiami svarbiausi reikalavimai ir kriterijai, kuriuos turi tenkinti statiniai ir statybiniai dirbiniai kilus gaisrui. Pagal šį dokumentą veiksmai, susiję su gaisrine sauga, tarp jų ir ugniagesių bei gelbėtojų darbai, turi būti nagrinėjami kartu.

Gaisrinės saugos reikalavimai Europos Sąjungos šalyse sudaro dalį statiniams taikomų nuostatų, tai pastatų išdėstymui, statybinių konstrukcijų ir dirbinių, komunikacijų ir tinklų naudojimo savybėms, taip pat gaisrinės saugos įrangai gaisro sąlygomis. Statiniai turi būti suprojektuoti ir pastatyti taip, kad kilus gaisrui:

- statinio geba atlaikyti apkrovas būtų apskaičiuojama tam tikram laikotarpiui;



- gaisro kilimas ir ugnies bei dūmų plitimas statinyje būtų apribotas;
- gaisro plitimas į gretinius statinius būtų apribotas;
- gyventojai galėtų palikti statinius ar būtų išgelbėti kitomis priemonėmis;
- būtų atsižvelgta į ugniagesių saugumą.

5.3 lentelė. Atsparumo ugniai minimalus laikas pagal pastatų atsparumo ugniai laipsnį, h

Pastatų atsparumo ugniai laipsnis	Stybinųjų konstrukcijų atsparumo ugniai minimalus laikas, h (skaitiklis), ir maksimali ugnies plitimo riba konstrukcijomis, cm (vardiklis)										
	Sienos				Kolonos	Laiptinių aikštelės, laiptasijos, laiptų pakopos, sijos ir laiptatakiai	Plokštės, paklotai (ir su termoizoliacija) ir kitos perdangų laikančiosios konstrukcijos	Deginio elementai			
	Laikančiosios ir laiptinių	Savilaikės	Išorinės nelaikančios krūvio (ir pakabinamųjų plokščių)	Vidinės nelaikančios krūvio (pertvaros)				Plokštės, paklotai (ir su termoizoliacija), ilginiai	Sijos, santvaros, arkos, rėmai		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
I	$\frac{2,5}{0}$	$\frac{1,25}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{2,5}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,5}{0}$		
II	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,75}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$		
III	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,75}{25}$	$\frac{n.}{n.}$		
IIIa	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{0,25}{0}$		
IIIb	$\frac{1}{40}$	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{0,75}{0}$	$\frac{0,75}{25}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,5}{25(40)}$	$\frac{0,75}{25(40)}$
IV	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{n.}{n.}$	$\frac{n.}{n.}$		
IVa	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{n.}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{n.}$	$\frac{0,25}{0}$		
V	nenormuojama										

Pastabos. 1. Skliausteliuose pateiktos ugnies plitimo ribos vertikaliomis ir nuolaidžiomis konstrukcijų dalimis.

2. "n." reiškia, kad ribos nenormuojamos.

Nustatant pakankamą apkrovą laikančių ir atskiriančių konstrukcijų ar dirbinių atsparumą ugniai tarptautinėje praktikoje naudojama standartinė temperatūros ir laiko kreivė (ISO834, 1 dalis), kaip modelis įsiliepsnojusiam gaisrui ir aprašoma tokia lygtimi:

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20, \quad (5.4)$$

čia:  $T$  - bandymų krosnies temperatūra,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t$  - temperatūros veikimo per gaisro bandymus trukmė, min.

Vertinant statybinių konstrukcijų atsparumą ugniai pagal Eurokodų reikalavimus, pagrindinių eksploatacinių savybių kriterijai yra: geba atlaikyti apkrovas (R), sandarumas (E), termoizoliacija (I). Pvz.: konstrukcija, kuri nepraranda gebos atlaikyti apkrovą per 145 min., sandarumo per 70 min. ir termoizoliacijos per 41 min., klasifikuojama taip: R120/RE60/REI30. Skaitinis indeksas nurodo laiką minutėmis, per kurį išlaikomos tinkamumo naudojimui savybės ir turi tokias reikšmes: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360.

Šią klasifikaciją galima praplėsti tokiais kriterijais::

- laidumas spinduliavimui (W), kai termoizoliacija kontroliuojama išskiriamo spinduliavimo pagrindu;
- atsparumas mechaniniam poveikiui (M), kai yra nagrinėjamas konkretus mechaninis poveikis (pvz.: atsparumas smūgiui po tam tikro ugnies veikimo laiko);
- užsidaromumas (C), durims su uždarymo mechanizmais;
- dūmų plitimo ribojimas (S), dirbiniams su dūmų prasiskverbimo ribojimu.

Laidams iki  $2,5 \text{ mm}^2$  skerspjūvio (pvz.: signalinė instaliacija, avarinis apšvietimas) priimamas energijos nenutrūkstamas tiekimas nustatytą laiką veikiant temperatūrai pagal norminę kreivę 30 min. ( $t = 30, T = \text{const}$ ). Tokie laidai žymimi PH15, PH30 ir t.t. Kiti laidai žymimi P raide.

Statybinių konstrukcijų ir dirbinių atsparumo ugniai vertinimo kriterijai pateikiami 5.4 ir 5.5 lentelėse.

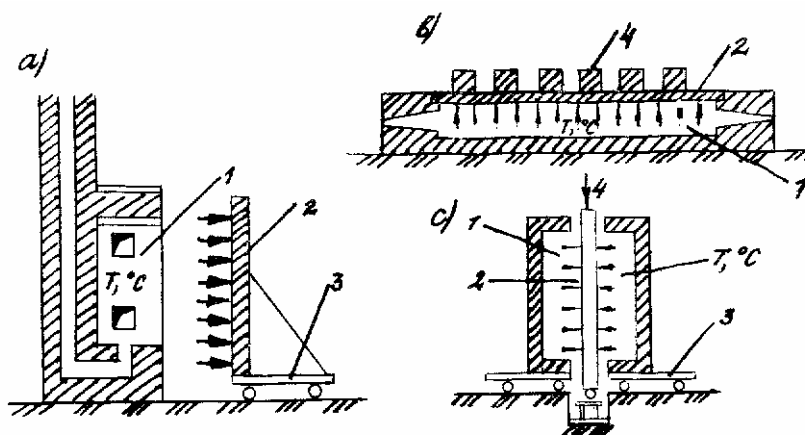
5.4 lentelė. Atsparumo ugniai vertinimo kriterijai

Eil. Nr.	Savybė, reikšmė	Simbolis	Taikymo sritis
1.	Geba atlaikyti apkrovas	R	Kolonos, sijos, sienos, perdangos
2.	Sandarumas	E	Sienos, perdangos
3.	Termoizoliacija	I	Dangčiai
4.	Laidumas spinduliavimui	W	
5.	Atsparumas mechaniniam poveikiui	M	
6.	Dūmų plitimo ribojimas	S	Angų dangčiai, ventiliaciniai kanalai, sklendės dūmų ir šilumos nuvedimui
7.	Užsidaromumas	C	Angų uždarymas
8.	Energijos tiekimo nenutrūkstamumas	PH	Laidas iki $2,5 \text{ mm}^2$ skerspjūvio ploto
		P	Kiti laidai

5.5 lentelė. Pastatų atskirų elementų atsparumo ugniai įvertinimo kriterijai

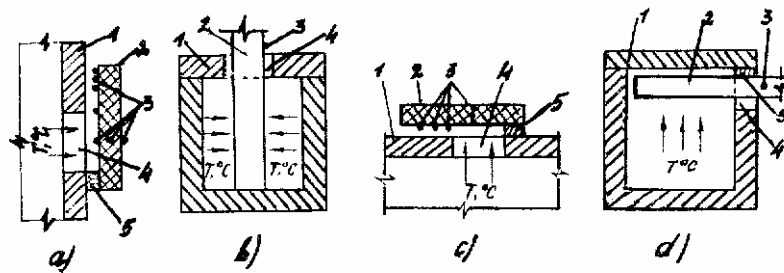
Eil. Nr.	Pastato elementai	Pagrindiniai kriterijai	Papildomi kriterijai
1.	Strypiniai elementai (kolonos, sijos) bei laikančios neatitveriančios sienos	R	
2.	Laikantieji atitveriantieji elementai	REI, REW, RE, R	M
3.	Vidinės nelaikančios sienos	EI, EW, E	M
4.	Išorinės nelaikančios sienos	EI, E	
5.	Liukų dangčiai (durys, vartai, sklendės)	EI, EW, E	CS
6.	Pakabinamos lubos (atskirtos užtvartos)	EI	
7.	Vamzdžių ir kabelių angos	EI, E	
8.	Instaliaciniai kanalai	EI	
9.	Ortakiai	EI, E	
10.	Ortaklių vožtuvai	EI, E	
11.	Kabliai ir elektrinių kabelių apsaugos nuo ugnies priemonės	PH, P	
12.	Dūmų nuvedimo įrenginiai (turi būti išsaugotas ir skerspjuvis)	Ventiliaciniai kanalai	EI, E
		Sklendės	EI, E

Statybinių konstrukcijų atsparumo ugniai tyrimai atliekami specialiose krosnyse (5.3 pav.). Bandomoji konstrukcija apkraunama normine apkrova, o temperatūra yra artima gaisro temperatūrai  $T$ .



5.3 pav. Bandomosios konstrukcijos principinės schemos:  
 a) nelaikančiųjų atitvarinių konstrukcijų bandymų krosnis;  
 b) horizontaliųjų atitvarinių konstrukcijų krosnis;  
 c) kolonų bandymų krosnis; 1 - ugnies kamera; 2 - bandomasis pavyzdys;  
 3 - vežimėlis; 4 - apkrova

Ugnies plitimo riba konstrukcijomis parodo, kuri dalis konstrukcijos pažeista bandant ją ugnimi standartiniu būdu. Šilumos poveikio trukmė bandant pavyzdį yra 15 min. Pavyzdžių bandymai atliekami specialiose bandymų krosnyse (5.4 pav.).



5.4 pav. Statybinių konstrukcijų pavyzdžių išdėstymų ant ugnies krosnies schemas:

- a), c) - vertikaliųjų ir horizontaliųjų atitvarinių konstrukcijų;
- b), d) - vertikaliųjų ir horizontaliųjų strypinių konstrukcijų;
- 1 - ugnies krosnis; 2 - bandomasis pavyzdys; 3 - termoporos;
- 4 - krosnies anga; 5 - sandarinimas mineraline vata

Konstrukcijoms iš nedegių medžiagų ugnies plitimo riba nenustatoma, o laikoma lygi nuliui. Didžiausias ugnies plitimo ribos dydis yra 40 cm, kuris leidžiamas kai kurioms atsparumo ugniai III, IIIa, IIIb, IV ir IVa laipsnių konstrukcijoms. Be to, konstrukcijų atsparumą ugniai galima ir apskaičiuoti laikant, kad temperatūra konstrukcijose kils pagal standartinę gaisro kreivę. Dažniausiai atliekami šiluminiai-techniniai ir statiniai skaičiavimai.

Statybinių medžiagų ir konstrukcijų atsparumas ugniai didinamas įvairiais būdais: degios medžiagos prisotinamos nedegiųjų medžiagų (mediena autoklavuose prisotinama antipirenais 100-1500 MPa slėgiu); degių medžiagų konstrukcijos padengiamos nedegiomis medžiagomis (20 mm storio tinko sluoksnis medienos atsparumą ugniai padidina iki 30 min), gelžbetoninės ir plieninės konstrukcijos padengiamos šilumą izoliuojančiomis medžiagomis: perlitu, asbestcemenčiu, skystuoju stiklu ir kt.; polimerinės medžiagos naudojamos su nedegiomis medžiagomis (daugiasluoksnės sienų arba stogo plokštės).

## 5.5. GAISRINĖS SAUGOS REIKALAVIMAI GAMYBOS ĮMONĖS PAGRINDINIAM (GENERALINIAM) PLANUI

Gamybos įmonės pagrindiniame (generaliniame) plane, šalia racionalaus technologinių procesų išdėstymo, žemės sklypo panaudojimo reikia atsižvelgti į gaisrinės saugos reikalavimus, tai yra: garantuoti saugų atstumą nuo gamybos įmonės ribų iki gyvenamųjų arba visuomeninių pastatų; išlaikyti priešgaisrinius tarpus tarp pastatų ir statinių; sugrupuoti į atskiras zonas sprogius ir pavojingus gaisro atžvilgiu gamybinius pastatus ir statinius; išdėstyti pastatus atsižvelgiant į vietovės reljefą ir vyraujančių vėjų kryptį; įmonės teritorijoje įrengti kelius ir reikalingą įvažiavimų kiekį.

Atstumą tarp gamybos įmonės ir gyvenamųjų arba visuomeninių pastatų lemia sanitarinės apsaugos zona. Ši zona paprastai yra didesnė už gaisrinį tarpą.

Teritorijos zonavimas priklauso nuo technologinių ryšių, sanitarinių higienos ir priešgaisrinių reikalavimų, transporto rūšies ir krovinių kiekio, statybos darbų eiliškumo. Zonuojama tokia tvarka: pagrindinės gamybos pastatai ir statiniai, pagalbinės gamybos pastatai, sandėliai, administracinio-buitinio ir aptarnavimo paskirties pastatai.

Antžeminiai degiųjų skysčių sandėliai apsaugomi pylimais arba nedegiomis sienelėmis.

Jei įmonės teritorija didesnė kaip 5 ha arba ilgesnė negu 1000 m, reikia įrengti ne mažiau kaip du įvažiavimus, išdėstytus priešingose pusėse. Atstumas tarp įvažiavimų - ne daugiau kaip 1500 m. Tiesiami žiedinio tipo keliai. Jeigu yra aklakelis, jo gale būtina įrengti 12×12 m aikštelę arba žiedinį apvažiavimo kelią gaisriniams automobiliams manevruoti.

Prie visų pastatų, taip pat ir prie laikinų, tiesiami keliai privažiuoti. Jei pastato plotis yra iki 18 m, privažiuojamieji keliai tiesiami iš vienos pusės, jei plotis didesnis kaip 18 m, - iš abiejų pusių. Kai

pastato plotis didesnis kaip 100 m arba viso jo plotas didesnis kaip 10 ha, privažiuojamieji keliai turi būti iš visų pusių.

Projektuojant statybos pagrindinį (generalinį) planą, gaisriniai tarpai tarp laikinųjų pastatų ir statomų objektų priklauso nuo pastato atsparumo ugniai laipsnio. Jie pateikti 5.6 lentelėje.

5.6 lentelė. Mažiausi gaisriniai tarpai tarp įmonių pastatų, m

Atsparumo ugniai laipsnis			
Pastato arba statinio	Greta esančių pastatų ir statinių		
	I, II ir IIIa	III	IIIb, IV, IVa ir V
I, II ir IIIa	9-A, B ir C gamybos kategorijoms Nenormuojama D ir E gamybos kategorijoms	9	12
III	9	12	15
IIIb, IV, IVa ir V	12	15	18

Projektuojant statybos pagrindinį (generalinį) planą ypač reikia atkreipti dėmesį į sandėlių zoną. Skystos, kietos ir dujinės medžiagos sandėliuojamos atskirai tam skirtose vietose. Gaisriniai tarpai tarp antžeminių sandėlių ir pastatų turi būti ne mažesni kaip parodyta 5.7 lentelėje.

Statybos pagrindiniame (generaliniame) plane skiriamos aikštelės, kur atliekami gaisrą sukeliantys darbai (verda bitumas, ruošiamos mastikos, atliekami suvirinimo darbai ir kt.).

Keliai ir vandentiekis nutiesiami iki statybos pradžios. Tais atvejais, kai vandentiekio tinklų negalima nutiesti, numatomi vandens telkiniai arba rezervuarai, kuriuose laikomas reikalingas kiekis vandens. Nakties metu keliai, privažiuojamieji keliai ir hidrantai turi būti apšviesti. Draudžiama užkrauti kelius, privažiuojamuosius kelius, įėjimus į pastatą ir išėjimus, priėjimus prie gaisrinio inventoriaus, hidrantų ir ryšių sistemos.

Gaisriniuose tarpuose neleidžiama sandėliuoti degių medžiagų. Juose gali būti tik nedegios medžiagos, jeigu tarp pastatų ir rietuvių yra 5 m pločio tarpas gaisriniams automobiliams pravažiuoti.

Projektuojant laikinuosius pastatus taikomi tokie patys gaisriniai reikalavimai.

5.7 lentelė. Gaisriniai atstumai, m

Sandėliai	Talpa, m <sup>3</sup>	Pastatų ir statinių atsparumo ugniai laipsnis		
		I ir II	III	IV ir V
Mediena	iki 1000	12	15	13
	1000...10000	15	24	30
Skiedrų ir pjuvenų	iki 1000	15	13	24
	1000...5000	13	30	36
Lengvai užsiliepsnojančių skysčių	iki 600	13	13	24
	600...1000	24	24	30
	1000...2000	30	30	36
Degių skysčių	iki 3000	18	18	24
	3000...5000	24	24	30
	5000...10000	30	30	36

## 5.6. GAISRINĖS UŽTVAROS

Gaisrinės užtvaros neleidžia plisti gaisrui, apsaugo nuo tiesioginės ugnies, spinduliavimo energijos ir sumažina šilumos perdavimo laidumą. Gaisrinės užtvaros skirstomos į bendrąsias ir vietines. Bendrosios paskirties užtvaros apsaugo nuo tūrinio gaisro plitimo, kai nauji gaisro židiniai atsiranda dėl šiluminio spinduliavimo, konvekcijos arba šilumos laidumo. Tai gaisrasienė, nedegios perdangos, ekranai, zonos ir gaisriniai tarpai. Vietinės paskirties užtvaros apsaugo nuo linijinio gaisro

plitimo, kai gaisras plinta degančios medžiagos paviršiumi tam tikta kryptimi ir plokštuma. Tai borteliai, diafragmos, grioviai, kurie neleidžia degančiam skysčiui išsilieti.

Gaisrinių užtvarų efektyvumas priklauso nuo jų atsparumo ugniai, stabilumo ir hermetiškumo.

*Gaisrasienė* įrengiama iš nedegių medžiagų, ant pamatų, ir turi atskirti visas pastato pjūvyje esančias konstrukcijas. Jos atsparumas ugniai ne mažesnis kaip 2,5 h. Pavyzdžiui, vienos plytos storio sienos atsparumas ugniai 5,5 h.

Karkasinių sienų atsparumas ugniai priklauso nuo karkaso sudėtinių elementų atsparumo ugniai minimalaus laiko: kolonų, rygelių, karkaso užpildo, taip pat nuo plokščių tvirtinimo prie karkaso ir perdangos bei stogo konstrukcijų sujungimo su siena.

Gaisrasienė turi iškilti ne mažiau kaip 60 cm virš stogo, jeigu bent vienas (išskyrus stogo dangą) denginio ar stogo konstrukcijos elementas yra degus, ir 30 cm - jeigu sunkiai degus. Nesant degių pastogės ar denginio elementų (išskyrus stogo dangą), gaisrasienę iškelti virš stogo nebūtina.

Jeigu pastato išorinės sienos yra degios arba sunkiai degios, gaisrasienė turi perkirsti ir šias sienas, ir išsikišti ne mažiau kaip 30 cm už kertamos sienos išorinės plokštumos. Kai pastato sienos nedegios, tačiau turi išsisiūsius (juostinius) langus, gaisrasienė juos būtinai turi kirsti, tačiau nebūtinai išsikišti už sienos išorinės plokštumos.

Gaisrasienėje gali būti angų šviesai ir technologiniam ryšiui. Angų plotas neturi būti didesnis kaip 25 % sienos ploto. Vartai ir durys gaisrasienėse turi turėti atsparumo ugniai ribą, ne mažesnę kaip 0,25 h ir automatiškai užsidaryti. Į langų angas įdedami stiklo blokai.

*Gaisrinės pertvaros.* Jomis atskiriami A, B ir, C kategorijos gamybos procesai I ir II atsparumo ugniai laipsnio pastatuose. Jų atsparumas ugniai ne mažesnis kaip 0,75 h, o jose esančių durų - ne mažesnis kaip 0,6 h. Šios gaisrinės pertvaros, atskiriančios A, B ir C kategorijos gamybos procesus, neturi praleisti dulkių ir dujų.

Atitinkamai III atsparumo ugniai laipsnio pastatuose tarpaukštinių angų atsparumas ugniai ne mažesnis kaip 1h, o IV ir V laipsnio pastatuose - ne mažesnis kaip 0,75 h.

*Gaisriniai ekranai.* Jie apsaugo gretimus pastatus ar degias medžiagas nuo šiluminio spinduliavimo. Ekranai yra laidūs šilumai (skarda, metalo lakštai ir kt.) ir nelaidūs šilumai (gaisrasienės, perdangos, pertvaros, želdiniai ir kt.). Ekranai gali būti stacionarūs ir kilnojami. Stacionarūs ekranai įrengiami statant pastatus. Tai visos atitvarinės konstrukcijos ir stacionariai įrengtos vandens užuolaidos, taip pat gaisrasienė, pastatyta tarp gretimų pastatų, kai tarp jų per mažas gaisrinis tarpas. Kilnojantieji ekranai statomi atliekant darbus su ugnimi pavojingoje gaisro atžvilgiu aplinkoje arba kilus gaisrui pastate. Tai specialūs skydai arba vandens užuolaidos.

*Gaisrinės zonos.* Gaisrasienės galima pakeisti gaisrinėmis zonomis, kurios atskiria pastatą 0,75 h atsparumo ugniai sienomis per visą jo aukštį ir yra ne siauresnės kaip 12 m.

Gaisrinėse zonose neleidžiama statyti technologinių įrengimų, sandėliuoti degių medžiagų, jose negali kauptis dūmai ir dujos. Todėl šių zonų sienos turi būti hermetiškos, o įėjimai į jas - per tambūrus. Gaisrinėse zonose įrengiami laiptai, liftų šachtos, vėdinimo kameros, nedegių medžiagų tarpiniai sandėliai ir kt.

III - V atsparumo ugniai laipsnio vieno aukšto pastatuose, kuriuose nenaudojama ir nelaikoma degių skysčių, dujų, taip pat gamybos metu neišsiskiria degių dulkių, vietoje gaisrasienių įrengiamos 6 m pločio gaisrinės zonos.

*Gaisrinės durys.* Gaisrasienių durų angose statomos gaisrinės durys. Jos gali būti nedegios arba sunkiai degios. Nedegios durys gaminamos iš metalinio karkaso, užpildyto nedegių, termoizoliacinių medžiagų (perlito, asbovermikulito), ir padengtos skarda. Jų atsparumas ugniai ne mažesnis kaip 1,2 h.

Sunkiai degios durys gaminamos iš medienos, autoklavuose įmirkytos antipirenais, arba iš dviejų eilių paprastų lentų, sukaltų 90 ° kampu. Tarp dviejų eilių lentų klojamas lakštinis asbestas ir iš visų pusių durys apkalamos skarda ant asbesto sluoksnio. Jų atsparumas ugniai ne mažesnis kaip 0,6 h.

Nedegios gaisrinės durys, pagamintos iš metalinio karkaso ir padengtos skarda turi 0,25 h atsparumą ugniai.

Paprastai gaisrinės durys turi turėti savaiminio užsidarymo mechanizmus.

## 5.7. ŽMONIŲ EVAKUACIJA IŠ PASTATŲ

Priverstinis žmonių judėjimas turi savo ypatumus. Juos įvertinus išsaugoma žmonių sveikata ir gyvybė.

Priverstinės evakuacijos pagrindinis ypatumas tas, kad kilus gaisrui jau pradinėje jo stadijoje žmogui gresia pavojus. Degančios medžiagos ir konstrukcijos išskiria šilumą ir nuodingas medžiagas, kurios pavojingos žmogaus sveikatai ir netgi gyvybei. Dėl to evakuacijos procesas turi būti saugus ir baigtis per norminį laiką.

Dėl gresiančio pavojaus žmonių judėjimas prasideda vienu metu ir ta pačia kryptimi - išėjimo link. Praėjimuose tuoj pat susidaro tam tikro tankio žmonių srautai. Didėjant srauto tankiui, žmonių judėjimo greitis mažėja.

Priverstinės evakuacijos proceso efektyvumo rodiklis yra laikas, per kurį, esant būtinumui, žmonės gali išeiti iš atskirų patalpų ir viso pastato.

Evakuacijos procesas iš pastatų ir statinių apibūdinamas tokiais pagrindiniais parametrais: tankiu  $D$ , žmonių srauto judėjimo greičiu  $v$ , evakuacinių kelių (išėjimų) laidumu  $Q$  ir judėjimo intensyvumu  $q$ . Evakuacinių kelių ilgis  $l$  ir plotis  $b$ .

Žmonių srauto tankis ( $m^2/m^2$ ) apskaičiuojamas tokia formule:

$$D = \frac{N \cdot f}{A} ; \quad (5.5.)$$

čia:  $N$  – žmonių skaičius;

$f$  – žmogaus horizontalios projekcijos plotas,  $m^2$  (5.8 lentelė).

$A = b \cdot l$  - evakuacinio kelio ruožo plotas,  $m^2$ .

Tuo atveju, kai tankį reikia įvertinti  $žm/m^2$ , apskaičiuotą tankį  $D$  dalijame iš  $f$ .

Kai tankis didesnis kaip  $0,15 m^2/m^2$ , žmonės juda kartu, lyg vientisa masė. Viršutinė tokio judėjimo riba, kai  $D \leq 0,92 m^2/m^2$ . Šia reikšme apribojamas tankis projektuojant evakuacinius kelius. Evakuaciniai keliai turi užtikrinti žmonių evakuacijos trukmę iš patalpų per norminį laiką.

Žmonių srauto judėjimo greitis priklauso nuo jo tankio ir evakuacinio kelio rūšies (horizontalus ar su nuolydžiu). Judėjimo greitis mažėja, didėjant srauto tankiui.

5.8 lentelė. Žmogaus horizontaliosios projekcijos plotas

Žmogaus amžius, rūbai ir krovinio rūšis	Žmogaus horizontaliosios projekcijos plotas $f$ , $m^2$
Suaugęs žmogus:	
su vasariniais rūbais	0,10
su demisezoniniais rūbais	0,113
su žieminiiais rūbais	0,125
su vaiku ant rankų	0,285
su kuprine	0,315
su lengvu ryšuliu	0,235
Paauglys	0,07
Vaikas	0,04-0,05

Evakuacinio kelio (angų) laidumu ( $m^2/min$  arba  $žm/min$ ) vadiname žmonių kiekį, praeinantį per laiko vienetą  $b$  pločio kelio skerspjūvį:

$$Q = Dv \cdot b. \quad (5.6)$$

Žmonių srauto judėjimo intensyvumas  $q$  - tai dydis, kuris lygus tankio ir judėjimo greičio sandaugai.

$$q = D \cdot v. \quad (5.7)$$



Judėjimo intensyvumas nepriklauso nuo evakuacinio kelio pločio, o yra srauto charakteristika, nusakanti jo kinetiką. Kadangi srauto judėjimo greitis yra jo tankio funkcija, tai judėjimo intensyvumas taip pat yra tankio funkcija.

Judėjimo intensyvumas pasiekia maksimumą ( $q_{max}$ ) esant tam tikram tankiui, kuris yra skirtingas kiekvienam kelio ruožui ir judėjimo sąlygoms, o po to mažėja. Vadinasi, pasirinkus evakuacinio kelio ruožo plotį (nepriklausomai nuo kelio rūšies: horizontalus, su nuolydžiu ar anga) maksimalus laidumas priklauso nuo judančio srauto maksimalaus intensyvumo:

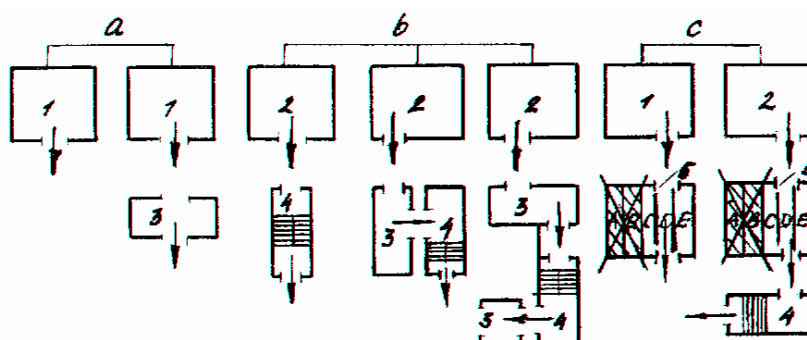
$$Q_{max} = q_{max} \cdot b. \quad (5.8)$$

## 5.8. EVAKUACINIAI IŠĖJIMAI IR KELIAI

Evakuaciniai išėjimai ir keliai kilus gaisrui turi užtikrinti saugią ir patogią žmonių evakuaciją iš pastatų.

Evakuaciniai išėjimai - tai durų angos, per kurias galima išeiti:

- 1) iš pirmojo aukšto patalpos į lauką tiesiog arba per koridorių, vestibulį (5.5 pav., a);
- 2) iš bet kuriame aukšte, išskyrus pirmąjį, esančios patalpos, turinčios išėjimą į koridorių arba į praėjimą, vedantį į laiptinę arba tiesiai į laiptinę, vedančią tiesiog į lauką per vestibulį, atskirtą nuo koridoriaus pertvaromis su durimis (pertvaros ir durys gali būti stiklinės) (5.5 pav., b);
- 3) iš bet kurios patalpos tame pačiame aukšte į gretimą patalpą, kuri yra ne mažesnio kaip III atsparumo ugniai laipsnio ir nepriskiriama A ir B gamybos pavojingumo kategorijoms, ir turi tiesioginį išėjimą į lauką arba į laiptinę (5.5 pav., c).



5.5 pav. Evakuacinių išėjimų galimi variantai: 1 - pirmojo aukšto patalpos; 2 - bet kurio aukšto patalpos, išskyrus pirmąjį; 3 - koridoriai ir vestibuliai; 4 - laiptinės; 5 - pereinamos patalpos, kurios yra C, D, E kategorijų, turi būti ne mažesnio kaip III atsparumo ugniai laipsnio

Pastatuose turi būti ne mažiau kaip du evakuaciniai išėjimai. Iš nedidelių daugiaaukščių pastatų žmonės gali saugiai ir laiku evakuotis per vieną laiptinę. Tuo atveju, kai gaisro metu į šią laiptinę gali patekti dūmai ir tai apsunkintų žmonių evakuaciją bei gaisro gesinimą, įrengiamas antrasis evakuacinis išėjimas per išorines gaisrines kopėčias.

Atsarginiais išėjimais naudojamosi priverstinės evakuacijos metu. Skaičiuojant patalpų, kuriose yra didelis kiekis žmonių, į evakuacijos trukmę per atsarginius išėjimus neatsižvelgiama.

Evakuaciniams keliams priskiriami koridoriai, laiptinės, vestibuliai, kurie veda į evakuacinius išėjimus ir užtikrina saugų žmonių judėjimą per tam tikrą laiką. Liftai ir eskalatoriai evakuaciniams keliams nepriskiriama.

Evakuacijos iš pastatų procesas skirstomas į tris etapus. Pirmasis etapas - žmonės juda nuo labiausiai nutolusio patalpos taško iki evakuacinio išėjimo. Tai gamybiniai cechai ir dirbtuvės, žiūrovų salės, klasės, auditorijos ir kt.

Antrasis etapas - žmonės juda nuo evakuacinio išėjimo iš patalpos iki išorinio evakuacinio išėjimo. Judėjimas vyksta koridoriais, praėjimais, vedančiais į laiptines, laiptinėmis, vestibuliais iki išorinio išėjimo.

Trečiasis etapas - žmonių judėjimas nuo pastato išorinio išėjimo iki nepavojingos zonos.

Evakuacijos metu susidaro įvairūs žmonių srautai: vieneilis, pirminis ir kompleksinis. Susirinkimų salėse vieneiliai srautai formuojasi eilėmis tarp kėdžių ir sudaro pirminius srautus. Pirminiai srautai, jungdamiesi foje ir kuluaruose, sudaro kompleksinius srautus. Gamybos pastatuose vieneiliai srautai formuojasi tarp aparatūros ir įrengimų. Po to cecho praėjimuose jie jungiasi į pirminius srautus, o evakuaciniuose koridoriuose susidaro kompleksiniai srautai.

Evakuacijos laikas normuojamas, nes jau pradinėje gaisro raidos stadijoje žmogui kelia pavojų aukšta temperatūra, deguonies kiekio sumažėjimas patalpos ore, atsirandančios nuodingos medžiagos ir dūmai, dėl kurių mažėja matomumas. Todėl pirmojo ir antrojo evakuacijos etapo trukmė iš I ir II atsparumo ugniai pastatų yra ne ilgesnė kaip 6 min., iš III ir IV laipsnio pastatų - 4 min., iš V laipsnio pastatų - ne ilgesnė kaip 3 min.

Evakuacinių durų mažiausias plotis 0,8 m, didžiausias - 2,4 m ir aukštis 2 m. Durų į rūsius angos gali būti 1,9 m aukščio, o į pastoges - 1,5 m. Maksimalus laiptatakų plotis ne didesnis kaip 2,4 m. Laiptų aikštelių plotis turi būti ne mažesnis už laiptatakų bendrą plotį, o prie liftų aikštelių -1,6 m.

Iš visų aukštų patalpų antrajam evakuaciniam išėjimui gali būti naudojamos išorinės plieninės kopėčios. Jų plotis ne mažesnis kaip 0,7 m, o posvyris ne didesnis kaip 1:1.

Evakuacijos keliuose ir virš išėjimų įrengiami avarinis ir signalinis apšvietimas. Laiptinėse draudžiama įrengti bet kokias patalpas sandėliams ir gamybai. Visos durys ir vartai turi atsідaryti ta kryptimi, kuria evakuojama.

## 5.9. GAISRINĖS SAUGOS ORGANIZAVIMAS IR GAISRŲ GESINIMAS

Gaisrai sunaikina vertingus pramonės, statybos, žemės ūkio objektus ir juose esančius įrengimus, gaminius, medžiagas bei kitas vertybes. Gaisro metu nukenčia ir žmonės. Pasitaiko nudegimų, sužalojimų, net aukų.

Lietuvos Didžiosios kunigaikštystės metraščiuose užregistruotas pirmas Vilniuje 1366 m. kilęs gaisras. Netoli Aušros Vartų sudegė Vilniaus pirklių rūmai. Seniausias dokumentas, kuris siejamas su Vilnius miesto gaisrinės saugos organizavimu, tai - LDK Aleksandro 1505 m. rugsėjo mėn. 6 d. paskelbta "Privilegija". Jinai įpareigoja miesto gaisrinę saugą atlikti patiems miestiečiams, t.y. "...kad kiekvienuose vartuose sargybinis budėtų dieną ir naktį".

Vilniuje 1513 m. ir 1530 m. kilę dideli gaisrai sunaikino daugumą pilies trobesių, katedrą, vyskupų rūmus. Gaisro metu sudegė kunigaikščio Žygimanto įrengta turtinga biblioteka. 1522 m. Lietuvos didžiojo kunigaikščio Žygimanto II "Privilegija" patvirtino Vilniaus miesto gaisrinę įgulą. Žygimantas Augustas gaisrinei įgulai padovanojo šimtą pompų.

1766 m. Lietuvos Seimas, norėdamas apsaugoti Vilnių nuo gaisrų, ėmėsi šių techninių priemonių: miesto centre uždraudė medinius trobesius, krautuves ar būdeles prekiautojams. Visi mediniai pastatai perkeliama į nurodytą vietą. Svarbiausiose gatvėse paliekami mediniai pastatai su gerai įrengtais mūriniais kaminais. Juose draudžiama laikyti aliejų ir degtinę. Pastatų stogus per dvejus metus apdengti čerpėmis.

1802 m. Karaliaučiuje buvo išleistas pirmasis lietuviškas gaisrinės saugos vadovėlis "Ugnies knygelė arba trumpas Pamokslas".

1808 m. birželio 7 d. Vilniaus miesto taryba įsteigė nuolatinę ugniagesių komandą. Komanda turėjo keturis didelius ir 16 mažų rankinių siurblių. Taip atsirado profesinė gaisrinė sauga Lietuvoje.

Pirmosios savanorių ugniagesių draugijos atsirado 1872 m. Šiauliuose, vėliau Žagarėje, Telšiuose, Zarasuose, Kelmėje, Marijampolėje, Kaune ir Palangoje.

Iki Pirmojo pasaulinio karo Lietuvoje buvo 79 ugniagesių komandos. Lietuvos Nepriklausomybės paskelbimo metu buvo likę 18 ugniagesių komandų. 1924 m. jau buvo 40 komandų.

1923 m. Kauno miesto ugniagesių garbės direktorius Domininkas Siemaška savo lėšomis išleido laikraštį "Lietuvos gaisrininkas". Vėliau šis laikraštis buvo pavadintas "Ugniagesiu".

1924 m. gegužės mėn. 12-13 d. Kaune įvyko pirmasis Lietuvos ugniagesių kongresas. Jame buvo įkurta "Lietuvos gaisrininkų draugijos sąjunga" ir priimtas sąjungos statutas. Pirmuoju "Sąjungos", prezidentu buvo išrinktas Kauno savanorių ugniagesių draugijos pirmininkas inž. V. Skardinskas, o

nuo 1931 m. - Valstybės draudimo įstaigos valdytojas G. Peterauskas. Su “Sąjunga” bendradarbiavo Lietuvos kariuomenės ir Šaulių sąjungos ugniagesiai.

1939 m. Lietuvos ugniagesių sąjunga telkė 220 organizacijų (savivaldybių, savanorių, Šaulių sąjungos, kariuomenės, geležinkelio ir kt.).

1940 m. bolševikams okupavus Lietuvą, ugniagesių sąjunga buvo likviduota, o ugniagesių komandos perėjo Vidaus reikalų liaudies komisariato žinion. Buvo nutrauktas “Ugniagesio” laikraščio leidimas.

Vokiečių okupacijos metais Lietuvos ugniagesių sąjunga buvo atkurta. Pradėtas leisti laikraštis “Ugniagesys”.

Po Antrojo pasaulinio karo gaisrinės saugos tarnybos priklausė Vidaus reikalų ministerijai.

Šiuo metu, kai 1991 m. kovo mėn. 11 d. buvo grąžinta Lietuvos Respublikos Nepriklausomybė, sukurtas Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamentas prie Lietuvos Respublikos Vidaus reikalų ministerijos. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento schema pateikta 5.6 pav.

LR Seimas 2002-12-05 priėmė Priešgaisrinės saugos įstatymą. Jame įteisinti valstybinės priežiūros inspektorių veiksmai, nustatyta objektų vadovų atsakomybė priešgaisrinės saugos klausimais. Numatyta, kad kiekvienas valstybės gyventojas turi mokėti naudotis pirminėmis gaisro gesinimo priemonėmis.

Gaisrinė sauga yra dviejų rūšių: profesionali ir savanoriška. Respublikos miestus, svarbius objektus ir rajonus nuo gaisrų saugo priešgaisrinės gelbėjimo tarnybos ir jų komandos, o kaimus – rajonų savivaldybių priešgaisrinių tarnybų ugniagesių komandos.

Valstybinės priešgaisrinės priežiūros darbuotojai organizuoja prevencinį darbą, rengia gaisrinės saugos normas, taisykles, instrukcijas, propagandos priemones, apmoko gyventojus, tikrina kaip laikomasi gaisrinės saugos normų ir taisyklių, kaip rengiami civilinių ir gamybos objektų projektai, kaip objektai statomi ir atiduodami eksploatuoti, nuolat vertina veikiančių įmonių ir komunalinių objektų gaisrinę būklę.

Valstybinės priešgaisrinės priežiūros darbuotojai turi teisę bet kuriuo paros metu tikrinti įmonių ir objektų gaisrinės saugos būklę, reikalauti vadovų paaiškinimų, traukti administracinę ir baudžiamąją atsakomybę kaltus asmenis už gaisrinės saugos taisyklių pažeidimus, visiškai arba laikinai sustabdyti darbą, jeigu yra akivaizdi gaisro kilimo grėsmė.

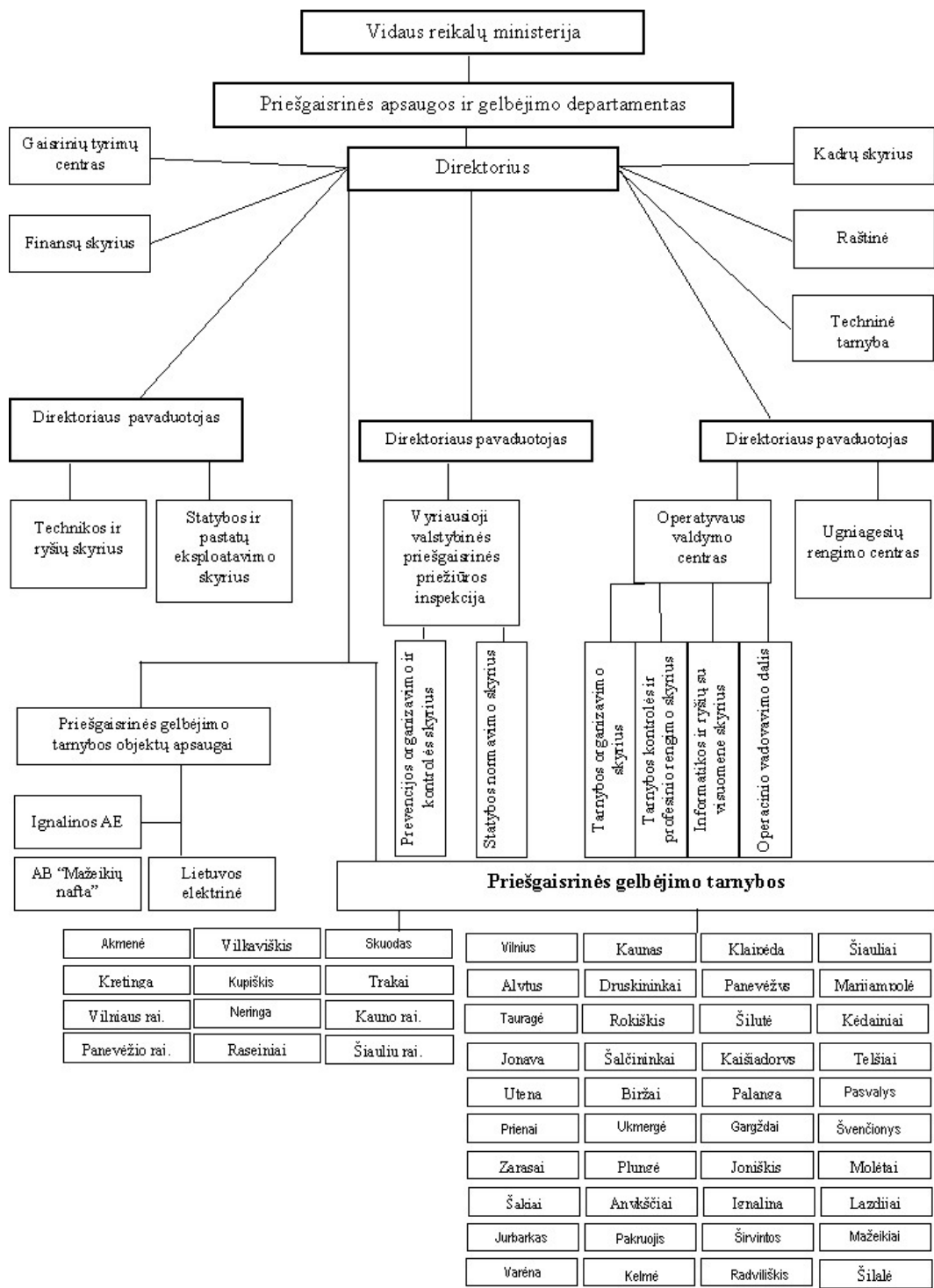
Įmonėse ir statybose organizuojamos savanorių ugniagesių formuotės. Šios formuotės nariai įgyvendina gaisrinės saugos reikalavimus ir dalyvauja gesinant gaisrus. Draugovės aprūpintos gaisrų gesinimo technika ir inventoriumi, o jų pirmininkai turi teisę surašyti protokolus apie gaisrinės saugos reikalavimų pažeidimus.

Už gaisrinių įmonių saugumą yra atsakingi jų vadovai. Jie organizuoja bendrą vietinę gaisrinę saugą, numato lėšas ir medžiagas gaisrinėms priemonėms, steigia žinybines priešgaisrines pajėgas, kontroliuoja jų veiklą, vykdo gaisrinių normų ir taisyklių reikalavimus. Įmonių vadovams suteikta teisė bausti gaisrinių taisyklių pažeidėjus.

Už atskirų padalinių (dirbtuvių, sandėlių) ir objektų gaisrinę saugą atsakingi šių padalinių ir objektų vadovai (darbų vykdytojai, meistrai, mechanikai), skiriami įmonės vadovo įsakymu.

Didelę paramą administracijai teikia gaisrinė techninė komisija, skiriama įmonės vadovo įsakymu. Šiai komisijai vadovauja įmonės technikos direktorius. Komisija išaiškina gaisrinės saugos reikalavimų pažeidimus gamybos procesuose, darbo vietose ir imasi konkrečių priemonių trūkumams šalinti. Organizuoja mokymą gaisrinės saugos klausimais.

Įmonėje, atsižvelgiant į gamybos specifiką, turi būti parengtos atskirų padalinių ir objektų gaisrinės instrukcijos. Šiose instrukcijose numatomos tokios gaisrinės saugos priemonės: teritorijos, kelių, privažiavimų prie pastatų priežiūros tvarka; medžiagų laikymo tvarka ir normos; vietos, kur draudžiama rūkyti ir naudotis atvira ugnimi; transporto priemonių važinėjimo po teritoriją tvarka; gaisro ryšių ir signalizacijos priemonių priežiūros tvarka; pavojingų gaisro atžvilgiu darbų atlikimo tvarka; gaisro gesinimo, gaisro atžvilgiu pavojingų ir sprogių medžiagų laikymo tvarka ir normos; pirminių gaisro gesinimo įrenginių naudojimo būdai; darbuotojų pareigos kilus gaisrui, ventilacijos ir elektros įrenginių išjungimo, žmonių ir vertybių evakavimo tvarka ir kt.



5.6 pav. Lietuvos Respublikos Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento struktūros schema

Gaisriniai instruktažai esti dvejopi: pirminis, kai dirbantieji supažindinami su bendrosiomis gaisrinės saugos taisyklėmis (gaisro gesinimo ir ryšių priemonių naudojimusi), ir darbo vietoje, kai instruktuojama kaip laikytis gaisrinės saugos taisyklių konkrečiame darbo bare.

Dirbančiuosius instruktuoja atsakingi už gaisrinę saugą asmenys, remdamiesi gaisrinėmis instrukcijomis, patvirtintomis įmonės vadovo. Instruktažai registruojami specialiame žurnale, kuriame pasirašo išklausiuseji ir instruktavę asmenys.

Naujai priimami dirbti ne tik instruktuojami, bet prieš tai turi praeiti 10-15 val. techninį apmokymą, kuris privalomas visiems, dirbantiems pavojingose vietose.

Po kiekvieno įvykusio gaisro įmonės vadovas įsakymu skiria komisiją priežastims tirti, kuri kartu su valstybinės gaisrinės priežiūros atstovu nagrinėja gaisro kilimo sąlygas, nustato tikslias priežastis, kaltus asmenis ir materialinius nuostolius.

## 5.10. GAISRŲ GESINIMO BŪDAI IR MEDŽIAGOS

Gaisrų gesinimo būdai yra fizinis ir cheminis.

Fizinis gesinimo būdas - tai degiųjų medžiagų paviršiaus atšaldymas gesinimo medžiagomis (vandenių, anglies dioksidu ir kt.); degieji skysčiai, kurių aukšta pliūpsnio temperatūra, atšaldomi maišant; degiosios medžiagos skiedžiamos, išsklaidomos ir ataušinamos; aplinkos oras pripildomas inertinių dujų arba garų (anglies dioksidu, azotu, vandens garais ir kt.); gaisro židynys izoliuojamas nedegiomis medžiagomis; liepsna izoliuojama susprogdinant sprogstamosios medžiagos užtaisus; patalpų angos izoliuojamos nuo švaraus oro.

Cheminis gesinimo būdas - tai cheminių degimo reakcijų slopinimas ir sustabdymas, tiekiant į degimo zoną gesinimo medžiagas (chlorintus angliavandenilių grandininėms degimo reakcijoms nutraukti); degančios medžiagos paviršius apliejamas halogenintais angliavandeniliais (anglies tetrachloridu, etileno bromidu).

Gaisro gesinimui naudojamos medžiagos, kurios nekenksmingos žmogaus organizmui, ir kurių nedidelis kiekis efektyviai gesina gaisrą bei nesudėtinga jas paruošti gesinimui.

Tradicinis ir plačiausiai naudojamas gaisrui gesinti yra vanduo. Jis pasižymi dideliu šilumos imlumu. 1 litras vandens, šildomas nuo 0 °C iki 100 °C, sunaudoja 4·10<sup>5</sup> Dž, o virsdamas garais - 22·10<sup>5</sup> Dž. Vanduo labai stabilus terminiu požiūriu (skyla aukštesnėje kaip 1700 °C temperatūroje). Virstančio garais vandens tūris labai didėja. Išgaravus 1 kg vandens susidaro daugiau kaip 1700 litrų garų.

Gesinant kietas degias medžiagas, sunkius naftos produktus, sudarant vandens užuolaidas ir šaldant degančių bei šalia esančių medžiagų bei konstrukcijų paviršius, vanduo tiekiamas kompaktiškomis ir išpurškiamomis čiuurklėmis, galingais lafetiniais ir rankiniais purkštuvais.

Gesinant medžiagas, kurias sunkiai suvilgo vanduo (medvilnė, suodžiai, mediena), į vandenį dedama specialių priedų (sulfanilų, sulfonatų, putokšlių ir kt.), padedančių geriau sudrėkinti degantį paviršių, tuo sumažinant vandens paviršiaus įtempimus.

Pavojinga gesinti vandenių degančius elektros įrenginius, kuriais teka elektros srovė, ir medžiagas (karbitą, kalkes), kurios reaguodamos su vandenių išskiria deguonį.

Gesinant vandens garais, deganti medžiaga sudrėkinama ir sumažėja deguonies koncentracija degimo zonoje.

Suslėgtu oru gesinami degūs skysčiai. Suslėgtas oras leidžiamas į degantį skystį, jis maišo ir vėsina viršutinį skysčio sluoksnį. Kai skysčio paviršiaus temperatūra tampa mažesnė už užsiliepsnojimo temperatūrą, degimas nutrūksta. Rekomenduojama gesinti degius skysčius, kurių pliūpsnio temperatūra yra 60 °C ir aukštesnė.

Inertinės dujos (anglies dioksidas, azotas, helis ir kt.) naudojamos gesinimui tais atvejais, kai negalima gesinti vandenių, nes gali įvykti sprogdymas (pavyzdžiui, gesinant šarminius metalus), arba pasklisti liepsna (pavyzdžiui, gesinant benzina), arba kai vanduo gali sugadinti aparatūrą ir unikalias vertybes - bibliotekas, muziejų eksponatus ir kt.

Anglies dioksidas yra elektra nelaidus, dėl to juo gesinami degantys elektros įrenginiai. Jis greitai garuoja ir virsta sniego pavidalo mase, kuri atšaldo gesinamą daiktą. Be to, anglies dioksidas atskiedžia orą ir iš dalies izoliuoja degantį paviršių nuo oro.

Anglies dioksidu ir azotu gesinami degantys skysčiai ir dujos, esančios nedidelėse patalpose. Jie blogai gesina rusenančias medžiagas (medieną, popierių, medvilnę ir kt.).

Kietomis gesinimo medžiagomis gesinama gaisro pradžioje. Tai smulkios inertinės arba skylančios aukštoje temperatūroje ir išskiriančios daug anglies dioksido medžiagos - tai smėlis, smulkus dirvožemis, kalcinuotoji soda, smulkintos klintys ir kt. Šiomis medžiagomis padengiamas degantis paviršius ir oro deguonis nepatenka į degimo zoną.

Sprogstamosiomis medžiagomis gesinami dujų ir dujų-naftos atvirų fontanų gaisrai. Sprogimo smūgio banga tam tikrą laiką izoluoja degiąją medžiagą nuo degimo zonos, liepsna nubloškiamą į šalį ir užgęsta. Naudojami trotilas arba amonitai.

Putos - dujų (anglies dioksidas ir oras) ir skysčių (druskų, rūgščių ir kiti tirpalai) mišinys yra efektyvi gaisro gesinimo medžiaga. Cheminės putos susidaro reaguojant šarmų karbonatams arba bikarbonatams su rūgštimi, kai tirpale yra putokšlio (saldymedžio ekstrakto), kuris mažina vandens paviršiaus įtempį. Šios putos pasigamina generatoriuose arba gesintuvuose iš aliuminio sulfato, natrio bikarbonato, putokšlio ir vandens. Išpurškiant susidaro stabilios 7-10 cm storio tirštos putos, nepraleidžiančios degančio skysčio garų. Šiomis putomis gesinami naftos produktai.

Halogeninti angliavandeniliai (metileno bromidas, anglies tetrachloridas ir kt.) yra labai aktyvi gesinimo medžiaga. Jų gesinamasis poveikis pagrįstas tuo, kad stabdomos degimo cheminės reakcijos. Šiomis medžiagomis gesinamos kietos ir skystos degios medžiagos. Ypač efektyviai gesinama, jei jos dega uždaroje patalpoje. Daugumos šių angliavandenilių garai drėkina gesinamus paviršius, todėl efektyviai gesina smilkstančias medžiagas.

## 5.11. GAISRINIS VANDENTIEKIS

Gaisrinis vandentiekis skirstomas į vidinį ir išorinį. Vidaus gaisrinio vandentiekio gaisrai gesinami iš pastato viduje įrengtų gaisrinių čiaupų, o išoriniu vandentiekio - iš hidrantų.

Gaisrinio vandentiekio būtinumą gyvenamiesiems, visuomeniniams ir pramonės įmonių pagalbiniais pastatams bei vandens debitą gaisrui gesinti nustatome pagal 5.9 lentelę, o gamybiniais pastatams ir sandėliams pagal 5.10 lentelę.

Vidaus gaisriniai vandentiekiai neįrengiami gamybiniuose pastatuose, kur vanduo gali sukelti sprogamą, gaisrą ar ugnies plitimą; gamybiniuose I ir II atsparumo ugniai laipsnio pastatuose, kur yra D ir E gamybos kategorijos, nepriklausomai nuo jų tūrio, ir gamybiniuose III ir IV atsparumo ugniai laipsnio pastatuose, kur yra D ir E gamybos kategorijos, kai pastatų tūris ne didesnis kaip 5000 m<sup>3</sup>; nedegųjų medžiagų sandėliuose; pramonės įmonių gamybiniuose ir pagalbinuose pastatuose, nesant vandentiekio, o gaisrą gesinti numatoma iš vandens rezervuarų.

Čiurkšlių kiekis ir minimalus vandens debitas vienai čiurkšlei nustatomi pagal 5.10 lentelę: IIIa atsparumo ugniai laipsnio pastatams - pagal II atsparumo ugniai laipsnio pastatus; IIIb ir IVa - pagal IV atsparumo ugniai laipsnio pastatus.

Vidaus gaisrams gesinti ir gamybiniuose pastatuose, kai jų aukštis didesnis kaip 50 m, o tūris ne didesnis kaip 50 tūkst. m<sup>3</sup>, reikia 4 čiurkšlių po 5 l/s.

Gaisriniai čiaupai įrengiami 1,35 m aukštyje virš grindų nišose arba dėžėse su įstiklintomis durelėmis prie išėjimų, šildomų laiptinių aikštelėse, vestibuluose ir koridoriuose. Čiaupų dėžėse turi būti 10 arba 20 m ilgio žarnos, kurios tarpusavyje sujungiamos specialiomis galvutėmis. Žarnos gale įtvirtinamas specialus švirkštas. Vieno čiaupo vandens srovės debitas turi būti ne mažesnis kaip 2,5 l/s.

Skaičiuojamasis vandens poreikis gamybiniais pastatams gesinti iš išorės priklauso nuo pastato atsparumo ugniai laipsnio, jo tūrio ir gamybos proceso kategorijos (5.11 a ir 5.11 b lentelės).

Vandens tiekimo minimali trukmė išoriniam gaisrui gesinti yra 3 h. Išorinis gaisrinis vandentiekis yra aukšto ir žemo slėgio. Aukšto slėgio (daugiau kaip 100 kPa) gaisriniame vandentiekio vandens slėgis atsiranda įjungus siurblinėje gaisrinius siurblius. Žemo slėgio (70...100 kPa) gaisriniame vandentiekio vandens slėgis gaunamas kilnojamais siurbliais arba motosiurbliais. Dėl to vandens slėgis vandentiekio tinkle turi būti ne mažesnis kaip 100 kPa. Gaisrinis vandentiekis būna žiedinis. Aklagalvis gali būti ne ilgesnis kaip 200 m.

5.9 lentelė. Čiurkšlių skaičius ir vandens debitas vidaus gaisrui gesinti gyvenamiesiems, visuomeniniams ir pramonės įmonių pagalbiniais pastatams, l/s

Gyvenamieji namai, visuomeniniai pastatai, pramonės įmonių pagalbiniai pastatai ir patalpos	Čiurkšlių skaičius	Vandens debitas vidaus gaisrui gesinti 1 srove, l/s
1. Gyvenamieji namai:		
nuo 12 iki 16 aukštų	1	2,5
kai šių namų koridoriai ilgesni nei 10 m	2	2,5
nuo 16 iki 25 aukštų	2	2,5
kai šių namų koridoriai ilgesni kaip 10 m	3	2,5
2. Valdymo įstaigų pastatai:		
nuo 6 iki 10 aukštų, kai tūris iki 25 tūkst.m <sup>3</sup>	1	2,5
kai šių pastatų tūris didesnis negu 25 tūkst.m <sup>3</sup>	2	2,5
daugiau kaip 10 aukštų, tūris iki 25 tūkst.m <sup>3</sup>	2	2,5
kai šių pastatų tūris didesnis negu 25 tūkst.m <sup>3</sup>	3	2,5
3. Bendrabučiai ir visuomeniniai pastatai, nenurodyti 2 punkte		
iki 10 aukštų, kai tūris nuo 5 iki 25 tūkst.m <sup>3</sup>	1	2,5
iki 10 aukštų, kai tūris didesnis negu 25 tūkst.m <sup>3</sup>	2	2,5
kai 10 ir daugiau aukštų, o tūris mažesnis negu 25 tūkst.m <sup>3</sup>	2	2,5
kai 10 ir daugiau aukštų, o tūris didesnis negu 25 tūkst.m <sup>3</sup>	3	2,5
4. Pramonės įmonių pagalbiniai pastatai, kai jų tūris:		
nuo 5 iki 25 tūkst.m <sup>3</sup>	1	2,5
didesnis negu 25 tūkst.m <sup>3</sup>	2	2,5
5. Kultūros ir pramogų įstaigos		
kino teatrai ir klubai su estrada, kai salėje ne daugiau kaip 300 vietų	2	2,5
daugiau kaip 300 vietų	2	5
teatrai ir klubai su scenomis, neatsižvelgiant į vietų skaičių salėje	2	5
bibliotekos ir archyvai, kai pastato tūris didesnis negu 7500 m <sup>3</sup>	2	5

5.10 lentelė. Čiurkšlių skaičius ir vandens debitas vidaus gaisrui gesinti gamybiniais pastatams ir sandėliams, l/s

Pastatų atsparumo ugniai laipsnis	Gamybos kategorija	Čiurkšlių skaičius ir minimalus vandens debitas vienai čiurkšlei (l/s) gamybiniais pastatams ir sandėliams, ne aukštesniems kaip 50 m, kurių tūris (tūkst. m <sup>3</sup> )			
		nuo 0,5 iki 5	nuo 50 iki 50	nuo 50 iki 200	nuo 200 iki 400
I ir II	ABC	2×2,5	2×5	2×5	3×5
III	C	2×2,5	2×5	2×5	-
III	DE	-	2×2,5	2×2,5	-
IV ir V	C	2×2,5	2×5	-	-
IV ir V	DE	-	2×2,5	-	-

5.11 a lentelė. Vandens poreikis iki 60 m pločio gamybiniais pastatams su švieslangiais arba be jų vienam gaisrui gesinti, l/s

Pastatų atsparumo ugniai laipsnis	Gamybos kategorija	Vandens debitas l/s, esant pastato tūriui tūkst. m <sup>3</sup>						
		iki 3	nuo 3 iki 5	nuo 5 iki 20	nuo 20 iki 50	nuo 50 iki 200	nuo 200 iki 400	400
I ir II	D,E	10	10	10	10	15	20	25
I ir II	A,B,C	10	10	15	20	30	35	40
III	D,E	10	10	15	25	-	-	-
III	C	10	15	20	30	2	2	-
IV - V	D,E	10	15	20	30	-	-	-
IV - V	C	15	20	25	-	-	-	-

5.11b lentelė. Vandens poreikis vienam gaisrui gesinti 60 m ir daugiau pločio pastatams be švieslangių, l/s

Pastatų atsparumo ugniai laipsnis	Gamybos kategorija	Vandens debitas l/s, esant pastato tūriui tūkst. m <sup>3</sup>								
		iki 50	nuo 50 iki 100	nuo 100 iki 200	nuo 200 iki 300	nuo 300 iki 400	nuo 400 iki 500	nuo 500 iki 600	nuo 600 iki 700	nuo 700 iki 800
I ir II	A, B, C	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I ir II	D, E	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Vanduo gaisrams gesinti imamas per hidrانتus, kurie pastatyti ant išorinio (buitinio) vandentiekio, apžiūros šuliniuose. Atstumas tarp hidrantų ne didesnis kaip 150 m. Hidrantai šalia kelio išdėstomi ne toliau kaip 2,5 m nuo važiuojamosios dalies krašto, o prie pastato - ne arčiau kaip 5 m. Šalia hidranto turi būti pastatytas žymeklis, kuriame nurodytas hidranto atstumas nuo žymeklio ir jo vidaus skersmuo. Gaisrinio vandentiekio vamzdžių skersmuo turi būti ne mažesnis kaip 100 mm.

Kai įmonės teritorijos plotas ne didesnis kaip 20 ha ir joje yra C, D ir E kategorijų gamyba, o vandens kiekis gaisrui gesinti neviršija 20 l/s, vietoj gaisrinio vandentiekio gaisrui gesinti galima naudoti vandenį iš vandens telkinių arba rezervuarų, įrengiant gaisriniams automobiliams ir motosiurbliams privažiavimo kelią, ne siauresnį kaip 4 - 4,5 m, ir 12×12 m aikštelę gaisriniams automobiliams stovėti bei manevruoti. Jų aptarnavimo spindulys toks: 100 - 50 m siurbiant vandenį motosiurbliais ir 200 m - automobiliais siurbliais.

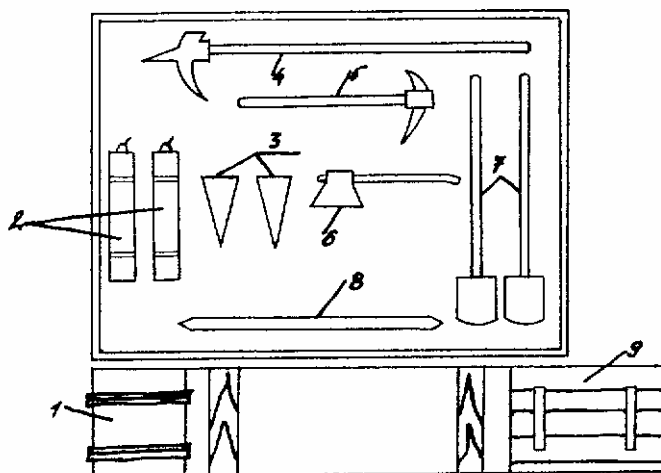
## 5.12. PIRMINĖS GAISRO GESINIMO PRIEMONĖS

Pirminėmis gaisro gesinimo priemonėmis gesinami gaisrai vos tik jiems kilus, kai gaisro židinys dar neišplitęs. Šios priemonės yra kilnojamosios ir stacionarinės.



### Kilnojamosios gaisro gesinimo priemonės

Šiomis priemonėmis kilusį gaisrą likviduoja dirbantieji. Tai įvairių tipų rankiniai gesintuvai, vidiniai gaisriniai vandens čiaupai su gaisrinėmis rankovėmis ir švirškštais, statinės su vandeniu, dėžės su smėliu, nedegūs audiniai. Pavojingose gaisro atžvilgiu vietose įrengiami gaisriniai standai, kur sudėti įvairūs gesinimo įrankiai: kibirai, kablai, kastuvai, kirviai, kirstuvai ir kt. (5.7 pav.).



5.7 pav. Gaisrinio stendo vaizdas: 1 - statinė su vandeniu; 2 - gesintuvai; 3 - kibiras; 4 - kablys; 5 - kirstuvai; 6 - kirvis; 7 - kastuvai; 8 - laužtuvai; 9 - dėžė su smėliu

Kietoms degioms medžiagoms ir degiesiems skysčiams, ypač naftos produktams gesinti, naudojami vandens putų gesintuvai. Draudžiama gesinti elektros įrenginius su įjungta įtampa. VPG-10m tipo vandens putų gesintuvai parodytas 5.8 pav.

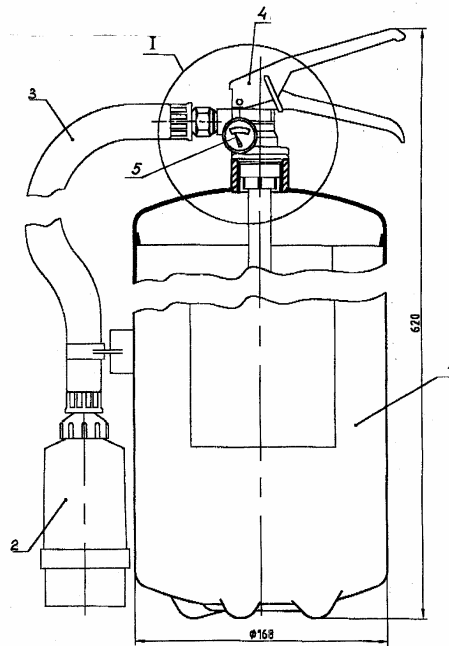
Paspaudus gesintuvo rankeną 4 suslėgtos dujos susimaišiusios su vandens-putokšlio tirpalu per putų generatorių 2 išpurškiamos į aplinką.

Ugnis gesinama iš ne didesnio kaip 3 m atstumo. Gesinant gesintuvai laikomas vertikaliai uždarymo-paleidimo įtaisais į viršų. Manometro rodyklė visada turi būti žalio laukelio ribose. Darbinis slėgis gesintuvo korpuse yra ne didesnis kaip 1,2 MPa. Techninis gesintuvo aptarnavimas atliekamas kasmet. Šio tipo gesintuvai naudojami kai aplinkos temperatūra yra ne žemesnė kaip +5°C ir ne didesnė kaip +60°C.

Dujų gesintuvais gesinami automobiliai, elektros įrenginiai ir aparatūra (ypač kai neišjungta įtampa), bibliotekos, muziejai, paveikslų galerijos ir kt. Daugiausia naudojami anglies dioksido dujų gesintuvai - rankiniai (AG-2) ir vežiojami (AG-80). Gesintuvo balionas pripildomas skysto anglies dioksido. Gesinant šiais gesintuvais atidaromas paleidimo vožtuvas ir pro sifoną, ventilių, žarną ir difuzorių į gaisro židinių paleidžiamas skystas anglies dioksidas.

Milteliniais gesintuvais (MG-2) gesinami gaisrai, kurių negalima gesinti vandens putų ir dujų gesintuvais, t.y. degančio kalio, natrio ir kitų šarminių metalų. Leidžiama gesinti elektros įrenginius, kuriuose yra įtampa iki 1000 V. Užtaisai šiuose gesintuvuose sudaromi iš kalcinuotosios sodos miltelių. Milteliai iš baliono išpurškiami suslėgtu oru iš nedidelių oro balionėlių, įtaisytų gesintuve arba tiesiog iš gesintuvo, sudarant jame slėgį. Milteliniai gesintuvai naudojami kai aplinkos temperatūra ne žemesnė kaip -40°C ir ne didesnė kaip +60°C. Automobilių gaisrams gesinti gaminami portatyviniai gesintuvai AG-2.

Gesintuvai, kurie užpildyti šalčiui neatspariais reagentais, kai aplinkos temperatūra žemesnė kaip -1 °C, sandėliuojami šildomose patalpose, bet ne toliau kaip 50 m atstumu. Sandėliavimo vietos žymimos užrašais ir rodyklėmis.



5.8 pav. VPG – 10m tipo vandens putų gesintuvas:

- 1 – gesintuvo korpusas; 2 – putų generatorius;
- 3 – žarna; 4 – uždarymo-paleidimo įtaiso rankena;
- 5 – manometras

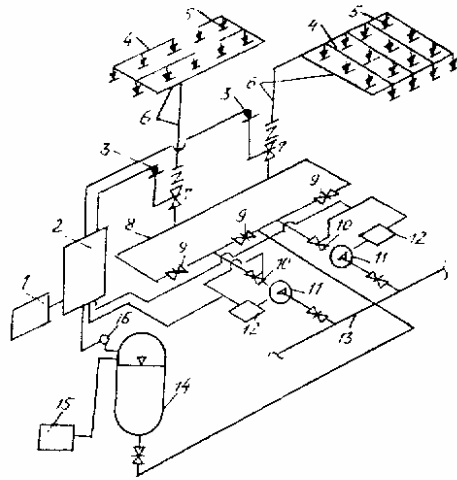
### *Stacionarios gaisro gesinimo priemonės*

Šių priemonių įrenginiai skirstomi į automatinio gesinimo ir distancinio veikimo.

Plačiausiai naudojami automatinio veikimo sprinkleriniai įrenginiai. Jie yra trijų rūšių: vandeniniai, oriniai ir mišrūs.

Vandeninę sprinklerinę sistemą sudaro vamzdžių tinklas, įrengtas palubėje su išsuktomis į vamzdžius sprinklerių galvutėmis kas 3 m taip, kad kiekviena jų laistytų 9 - 12 m<sup>2</sup> plotą (5.9 pav.).

Vandens tiekimas į sprinklerinę sistemą turi būti garantuotas. Tam tikslui naudojamas vandentiekis ir vandens rezervuarai su specialia įranga. Vanduo, prieš patekdamas į sprinklerinę sistemą, pirmiausia prateka per kontrolinį bei signalinį vožtuvą, kuris atlieka šias funkcijas: praleidžia vandenį į sistemą, automatiškai signalizuoja apie gaisrą, kai atsidaro bent vienas sprinkleris, išleidžia vandenį iš tinklo, kontroliuoja vandens slėgį tinkle. Šis vožtuvas įrengiamas apšiltintoje patalpoje ir uždaromas užplombuotoje spintoje.



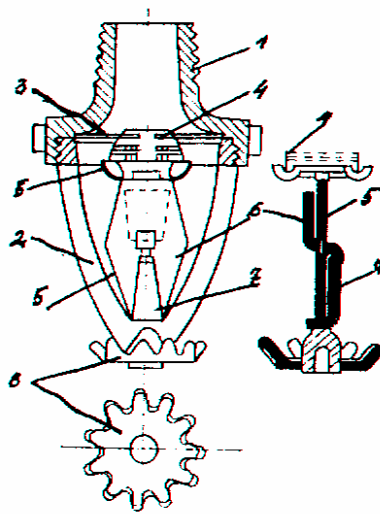
5.9 pav. Sprinklerinio įrenginio schema: 1 - signalizacijos pultas; 2 - valdymo ir kontrolės skydas; 3 - universalus slėgio signalizatorius; 4 - skirstomasis vamzdynas; 5 - sprinkleriniai purkštukai; 6 - tiekimo vamzdynas; 7 - kontrolinis paleidimo mazgas; 8 - magistralinis vamzdynas; 9 - normaliai atidaryta sklendė; 10 - sklendė su elektromagnetine pavara; 11 - siurblys; 12 - elektros variklis; 13 - vandentiekis; 14 - pneumatinis bakas arba impulsinis įrenginys; 15 - kompresorius; 16 - elektrokontaktinis monometras

Sprinklerio galvutės schema parodyta 5.10 paveiksle. Sprinklerio galvutės membranoje esanti 12,7 mm angelė uždaryta stikliniu vožtuvu, palaikomu spyna, kurią sudaro trys varinės plokštelės. Šios plokštelės sujungtos lydžiojo metalo lydiniais, kurių lydymosi temperatūra esti 72, 93, 141 ir 182 °C. Kilus gaisrui ir pakilus temperatūrai jungiantis plokšteles lydintis susilydo, atlaisvina stiklinį vožtuvą, ir vanduo iš sistemos pradeda tekėti pro atsidariusią angelę.

Nešildomose patalpose naudojama orinė sprinklerinė sistema. Jos vamzdžiuose yra suslėgtas oras, o iki kontrolinio bei signalinio vožtuvo - vanduo. Pro atsidariusią sprinklerio galvutės angelę išeina oras, į vamzdžius patenka vanduo ir pradeda gesinti gaisrą.

Mišrioji sistema taip pat naudojama nešildomose patalpose. Vasarą ši sistema pripildoma vandens, o žiemą, esant žemesnei kaip 0 °C, pripildoma oro. Tam tikslui įrengiami du kontroliniai bei signaliniai vožtuvai: vienas vandeniui, kitas orui. Oro slėgį vamzdžiuose palaiko kompresorius.

Sprinkleriniuose įrenginiuose atsidaro tik tos galvutės, kurios gaisro metu yra aukštos temperatūros zonoje. Be to, sprinklerinės galvutės pasižymi inertiškumu, nes jos atsidaro po 2-3 min., kai patalpoje pakyla temperatūra. Gaisrui kilti pavojingose patalpose toks inertiškumas ne visada pasiteisina. Gesinimo efektyvumas padidės, kai vanduo tekės iš karto visu patalpos plotu. Tokiais atvejais dažniausiai naudojami grupinio veikimo drenčeriniai įrenginiai.



5.10 pav. Sprinklerio schema: 1 - antvamzdis su išoriniu sriegiu; 2 - rėmai spynai ir rozetei pritvirtinti; 3 - diafragma su centrine anga; 4 - stiklinis vožtuvas; 5-7 - spynos, susidedančios iš trijų varinių plokštelių, sujungtų lydžiu lydinio; 8 - rozetė

Grupinio veikimo drenčeriniuose įrenginiuose į vamzdžius, įrengtus palubėje, įsukamos drenčerinės galvutės su 8, 10, 12,7 mm skersmens angomis. Šios galvutės panašios į sprinklerines, tik jų angos atviros, be spynos. Vanduo pradeda tekėti atsukus čiaupą arba automatiškai pro specialų grupinio veikimo vožtuvą, atsidarantį gaisro metu, kai pakyla temperatūra.

Drenčerinės sistemos naudojamos ten, kur reikia sudaryti vandens užuolaidas gaisravietei izoliuoti, apsaugoti angas arba atskirti patalpas lokalizuojant ugnies židinį.

Sprinklerinės ir drenčerinės sistemos naudojamos ir gesinant putomis ir milteliais. Į šių sistemų vamzdžius įsukamos specialios sprinklerinių ir drenčerinių galvutės.

Sprinkleriniai ir drenčeriniai tinklai periodiškai išbandomi hidrauliniu būdu: sausose patalpose - vieną kartą per trejus metus, agresyvios aplinkos patalpose - kas metai. Be to, kartą per 5 metus visa sistema praplauama ir išvalomos rūdys bei nuosėdos.

### 5.13. GAISRO SIGNALIZACIJA IR RYŠIAI

Siekiant greitai ir tiksliai pranešti apie kilusį gaisrą ir jo vietą bei gaisro gesinimo priemonių paruošimą, norint centralizuotai valdyti gaisrinius padalinius ir operatyviai vadovauti gaisro gesinimui naudojama gaisro signalizacija ir ryšiai.

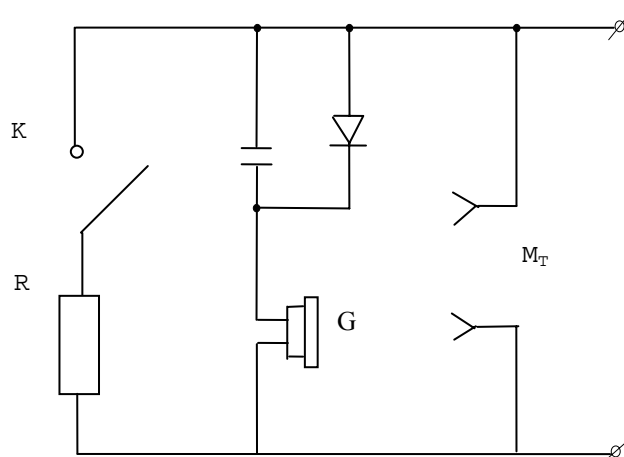
Gaisro signalizacijos ir ryšių paskirtis trejopa:

1) apsaugos gaisro signalizacija praneša apie kilusį gaisrą ir jo vietą priešgaisrinės apsaugos tarnyboms (įmonės, miesto). Tam reikalui naudojama automatinė ar rankinio valdymo gaisro signalizacija, taip pat radijo ir telefono ryšys.

2) dispečerinis ryšys naudojamas operatyviai vadovauti ugniagesių daliniams ir bendradarbiauti su miesto tarnybomis (vandentiekio, elektros tinklų, policijos, greitosios pagalbos ir kt.). Naudojamos telefono ir radijo ryšio priemonės.

3) operatyvinis radijo ryšys naudojamas gaisro vietoje norint tiesiogiai vadovauti ugniagesių daliniams. Tai nešiojamosios radijo ryšio priemonės ir specialūs ryšių automobiliai.

Gamybiniuose pastatuose ir gyvenamųjų patalpų koridoriuose, praėjimuose, laiptinėse įrengiami rankiniai gaisro signalizatoriai. Paspaudus mygtuką, pasigirsta pavojaus signalas. Rankiniai signalizatoriai sujungiami su priimamosiomis stotimis (5.11 pav.).

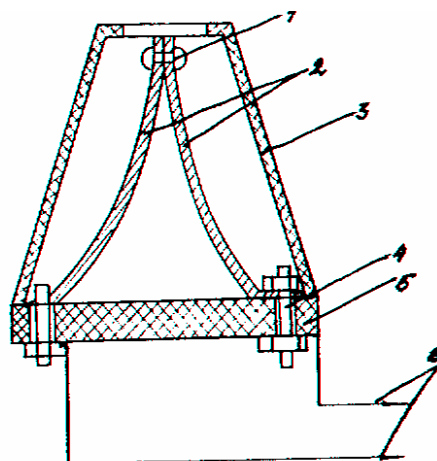


5.11 pav. Rankinio elektrinio signalizatoriaus schema:  
K - mygtukas; R - varža; G – garsiakalbis; M<sub>T</sub> - gnybtai

Gamybiniuose pastatuose, kurių plotas didesnis kaip 500 m<sup>2</sup>, ir gamybos procesai yra A, B ir C kategorijų, rekomenduojama įrengti elektrines gaisro signalizacijos sistemas.

Automatinės gaisro signalizacijos sistemos yra trijų tipų: šilumos (t.y. reaguojančios į pakilusią temperatūrą), dūmų, ultragarso ir kombinuotosios. Be to, automatiniai gaisro signalizatoriai skirstomi į diferencinius ir maksimalius diferencinius. Maksimalūs signalizatoriai pradeda veikti kontroliuojamam parametru pasiekus numatytą dydį. Pavyzdžiui: šilumos maksimalūs signalizatoriai reaguoja į maksimaliai pakilusią temperatūrą, kuri būdinga gaisro pradžiai. Diferenciniai signalizatoriai reaguoja į tam tikro parametro greičio pokytį, o maksimalūs diferenciniai - ir į dydį, ir į greitį.

Šilumos signalizatoriai DTL (5.12 pav.), reaguodami į maksimalią pakilusią temperatūrą, pradeda veikti, kai jautrusis elementas iš lydaus lydinio 1 išsilydo, ir spyruokliuojančiosios plokštelės 2 nutraukia signalizacijos grandinę. Lydinio 1 lydimosi temperatūra yra 72 °C. Kitų šilumos signalizatorių, kaip DPS-038 tipo, jautrieji elementai yra termoporos, kuriose kylant temperatūrai atsiranda elektros srovė, duodanti impulsą signalizacijos įtaisui. Tokio tipo signalizatoriai naudojami sprogiose patalpose, kur vienas signalizatorius saugo 10-25 m<sup>2</sup> grindų plotą. 5.12 lentelėje pateikiamos kai kurių šilumos signalizatorių pagrindinės charakteristikos.

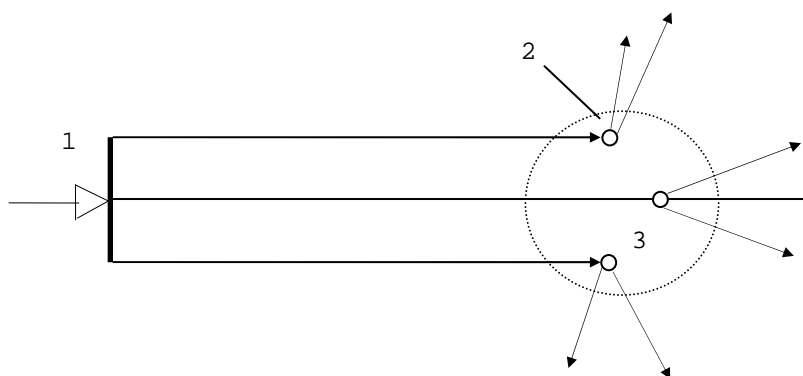


5.12 pav. Šilumos signalizatorius DTL:  
1 - Vudo lydinys; 2 - plokštelės; 3 - korpusas; 4 - tvirtinimo varžtas; 5 - cokolis;  
6 - prijungimas prie signalizacijos grandinės

5.12 lentelė. Šilumos signalizatorių pagrindinės charakteristikos

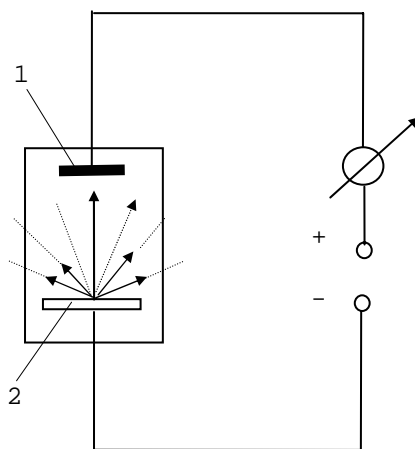
Parametras	Signalizacijos tipas			
	DTL	ITM	POST	IP 105-2/I
Reagavimo temperatūra, °C	72	70±7	50,70,90	70±7
Reagavimo inertiškumas, s, ne daugiau kaip	120	120	60	120
Aptarnaujamas plotas, m <sup>2</sup>	15	15	25	15

Dūmų signalizatoriai reaguoja į dūmus dviem pagrindiniais principais: fotoelektriniu ir radioizotopiniu. Fotoelektrinis dūmų signalizatorius atspindžio šviesą nuo dūmų dalelių registruoja fotoelementu (5.13 pav.). Tokiu pačiu principu veikia puslaidininkinis dūmų signalizatorius DIP.



5.13 pav. Šviesos atspindys nuo dūmų dalelių:  
1 - šviesos šaltinis (fotoelementas); 2 - dūmų sritis; 3 - dūmų dalelės

Radioizotopiniame dūmų signalizatoriuje yra jonizacijos kamera (5.14 pav.) su  $\alpha$  dalelių šaltiniais. Padidėjęs dūmų kiekis sumažina jonizacijos laipsnį kameroje, nes dūmai greitai sugeria spindulius. Dėl to tarp kameros elektrodų 1 ir 2 padidėja įtampa ir signalizatorius išsijungia.



5.14 pav. Jonizacijos kameros principinė schema:  
1 - anodas; 2 - katodas

Šviesos tipo gaisro signalizatoriai SI-1 veikia liepsnos ultravioletinio spinduliavimo principu. Šiuose signalizatoriuose pritaikytas ultravioletiniams spinduliams jautrus elementas - fotonų skaitiklis. Tai puslaidininkinis fotorezistorius, fotoelementas pripildytas dujų, turintis išorinio fotoefekto savybes. Nepaisant didelio jautrumo, šviesos signalizatoriai neveikia nuo dienos šviesos srauto pro langus ir nuo elektrinio apšvietimo, nes ultravioletinius spindulius sugeria langų ir lempų stiklai. Šie signalizatoriai naudojami uždaroje patalpoje, kur nėra ultravioletinių spindulių, atvirosios liepsnos suvirinimo aparatų, elektrinio kibirkščiavimo ir kt.

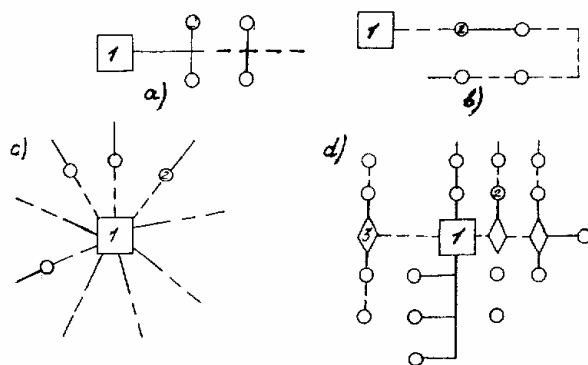
Paskutiniu metu pradėti naudoti ultragarso signalizatoriai. Jie yra labai jautrūs ir kartu atlieka apsaugos ir gaisrines funkcijas. Šie prietaisai reaguoja į ultragarsinio lauko, kuris yra saugomoje patalpoje, charakteristikų pokytį. 5.13 lentelėje pateiktos įvairių signalizatorių lyginamosios charakteristikos.

5.13 lentelė. Įvairių signalizatorių lyginamosios charakteristikos

Parametras	Signalizatoriai			
	šilumos	dūmų	šviesos	ultragarso
Inertiškumas, s	60...120	10	1	-
Aptarnaujamas plotas, m <sup>2</sup>	15	100	500	300

Automatinių gaisro signalizatorių parinkimas ir jų išdėstymas priklauso nuo technologinio proceso specifikos, degių medžiagų rūšies, jų laikymo būdo, patalpos ploto.

Bet kurios automatinės elektrinės gaisro signalizacijos sistemos pagrindiniai elementai yra: signalizatoriai - davikliai, signalų priimamoji stotis ir laidai, jungiantys signalizatorius su priimamąja stotimi. Gaisro signalizatoriai su priimamąja stotimi jungiami įvairiais būdais - lygiagrečiai arba nuosekliai, vienu ar keletu spindulių (5.15 pav.).



5.15 pav. Gaisro signalizacijos sistemų išdėstymas:

- a - gaisro signalizatorių lygiagretusis jungimas vienaspindulinėje sistemoje;
- b - tas pats, nuoseklusis jungimas; c - žiedinė-spindulinė sistema;
- d - centrinės gaisro signalizacijos mišri sistema: 1 - dispečerinis punktas; 2 - gaisro signalizatorius; 3 - skirstomasis įrenginys

Statybvietėje būtina įrengti garso signalizaciją (varpą, sireną, pakabintą metalo gabalą) pavojui skelbti. Prie įrenginio reikia pakabinti užrašą "Gaisrinis signalas". Signalo reikšmę turi žinoti visi dirbantieji.

## **5.14. ORLAIIVIŲ GAISRINĖ SAUGA**

### **5.14.1. Orlaivių gaisrų gesinimo sistemos**

Orlaiviuose yra numatyta visą eilę konstrukcinių sprendimų, gaisro atsiradimo bei plitimo priežasčių sumažinimui ir gaisrui gesinti. Numatyti gaisro plitimo apribojimai įvairių konstrukcijų pertvaromis variklių sekcijose ir fiuzeliažo. Kai kuriuose orlaiviuose papildomai numatytos gaisrinės pertvaros tarp fiuzeliažo ir kilio. Užsidegus varikliams įsijungia degalų padavimo sistemos automatinis uždarymo mechanizmas. Gaisro signalizacijos sistemos pasiunčia signalą į pilotų kabiną iš įvairių šilumai jautrių daviklių, esančių variklių gondolose, varikliuose ir jėgainių skyriuose. Orlaiviuose yra ir dūmų aptikimo sistemos - davikliai įrengti įvairiose lėktuvo vietose ir bagažinėje.

Pastebėjus gaisrą pirmiausia įjungiami ugnies gesinimo gesintuvai variklių gondolose ir jėgainėje. Automatiškai įsijungia ir gaisro signalizacija. Orlaivių su neišleista važiuokle nusileidimui numatytas automatinis važiuoklės sistemos įsijungimo mechanizmas, kartu susijungia ir variklių gesinimo sistema. Gaisro gesinimo medžiaga yra freonas.

Orlaiviui skrendant sprogimai arba gaisras atsiranda dėl tokių objektyvių priežasčių: variklio užsidegimas ir jo sekcijose karštų komunikacijų gedimai; pažeidimai kuro, tepimo ir hidraulinės sistemos; gedimai radijo ir elektronikos prietaisuose; oro kondicionavimo ir deguonies sistemų gedimai; blogas ratų stabdymo sistemos darbas orlaiviui nusileidžiant; sutrikimai likviduojant apledėjimus; statinės ir atmosferos elektros poveikis sugedus elektros iškrovikliams; susidūrimas su kitais skraidančiais aparatais arba kitos kliūtys (ypač leidžiantis arti aerodromų); jėgainės mazgų subyrėjimas; neatsargus keleivių arba ekipažo narių rūkymas ir kt.

Gaisrą arba sprogimą orlaiviuose gali sukelti veiksniai, susiję su nustatytų reikalavimų nesilaikymu: užvedant, šildant ir bandant variklius, atliekant dažymo, plovimo darbus, valant degalų bakus, dirbant su deguonies įrenginiais, remontuojant elektros vidaus instaliaciją, užpildant ir išpilant degalus, pažeidžiant jų užpildymo greitį; esant netvarkingam žeminiui; išsipylus ant betono degalams; atliekant suvirinimo darbus skraidančiame aparate; atliekant fiuzeliažo pašildymą netvarkingais šildymo agregatais; pervežant orlaivį, ko pasėkoje galima susidurti su kitais orlaiviais arba kitomis kliūtimis aerodromo takuose arba aikštelėse.

Norint išvengti gaisrų ir sprogimų, reikia pirmiausia užtikrinti gerą skraidančių aparatų techninį aptarnavimą ir laikyti pastoviai paruoštus gaisro gesinimo įrenginius. Keleivių salonuose, be atsiradusių toksinių medžiagų, gaisro metu gali įvykti ir salonų išsihermetizavimas ir žmones veiks deguonies koncentracijos sumažėjimas. Sumažėjus deguonies koncentracijai salono oro tūryje, sumažėja deguonies parcialinis slėgis įkvėpiamame ore, sumažėja audinių aprūpinimas deguonimi, t.y. atsiranda deguonies badas. Todėl pirmoje eilėje nukenčia toliausiai esančios kūno ląstelės kapiliaruose ir centrinė nervų sistema.

Jeigu gaisras kilo orlaivio kabinoje ar keleivių salonuose, gali būti naudojami įvairių tipų rankiniai gesintuvai užpildyti angliarūgšte. Dažnai orlaiviuose įrengiamos neutraliųjų dujų – angliarūgšties gaisro gesinimo sistemos, įgalinčios gesinti gaisro židinius degalų bakuose arba apribojančios gaisro plitimą nusileidžiant orlaiviui su neišsilaidžiusia važiuokle.

Orlaiviuose yra įrengiamos kelių pakopų gesintuvų sistemos, kurias galima įjungti pagal būtinumą: įjungus pirmos eilės gesintuvus, jeigu po 10 sekundžių prietaisų skydelyje dar dega signalinė lemputė “Gaisras”, tai rodo, kad gaisras neužgesintas, tada bortinžinierius privalo įjungti kitos eilės gesintuvus. Daugumoje atvejų gaisrų gesinimo sistemos orlaiviuose veikia automatiškai, bet gali būti valdomos ir rankiniu būdu.

### **5.14.2. Gaisro gesinimas angaruose, pastatuose ir orlaiviuose**

Nedideli gaisro židiniai, kurie gali atsirasti angaruose, turi būti pašalinami pačių techninių darbuotojų pajėgomis rankinių gesintuvų, smėlio, uždangalų ir kitų pirminių gaisro gesinimo priemonių pagalba. Esant didesniai gaisro židiniui, gesinimo darbus vykdo, pirmoje eilėje, aerodromo priešgaisrinė tarnyba, o po to ir kitos papildomai iškvietos priešgaisrinės gelbėjimo



tarnybos. Pagrindinės priemonės yra gaisriniai automobiliai ir kiti gaisrų gesinimo įrenginiai, tame tarpe ir rankiniai – mobilus gesintuvai.

Techniškai aptarnaujant orlaivius stovėjimo aikštelėse, degalų užpildymas, variklių užvedimas, gali būti gaisro atsiradimo priežastimis. Po gaisro kilimo pirmosiomis 10 – 15 sekundžių gesinimas, kaip taisyklė, vykdomas automatinėmis gaisro gesinimo priemonėmis iki židinio likvidavimo. Praėjus 2–3 minutėms reikia panaudoti galingesnes gaisro gesinimo priemones, dalyvaujant priešgaisrinėms aerouosto tarnyboms. Todėl orlaivių stovėjimo, degalų užpildymo ir ypač variklių užvedimo aikštelėse turi pastoviai būti gaisrinės saugos mašina, pasiruošusi pradėti gaisro gesinimo darbus.

Gesinant gaisro židinių orlaivio kabinoje, kai ten yra ekipažo nariai, reikia naudoti anglirūgštės gesintuvus. Reikia pabrėžti, kad orlaiviuose gaisrų gesinimo priemonių - gesintuvų išdėstymo vietas skiriasi priklausomai nuo jų tipo, konstrukcinio išpildymo ir yra nurodytos specialiose instrukcijose.

Jeigu kilo gaisras orlaivius užpildant degalais, būtina nutraukti kuro padavimą, uždaryti padavimo vožtuvą kuro užpildymo pistolete ir kuro bako įpilimo angą uždaryti dangčiu, jeigu ji yra gesinimo židinio zonoje, tuoj pat pradėti gesinimo darbus, o degalų užpylimo automobilis turi nuvažiuoti į saugią vietą.

Paleidžiant orlaivių variklius taip pat gali kilti gaisras. Tuomet aptarnaujantis technikas, stebintis variklių paleidimą, turi išpėti ekipažą apie liepsnos pasirodymą. Ekipažo nariai privalo: uždaryti degalų padavimo kranus, forsuoti degančio variklio darbą, kad greičiau sudeginti degalų likutį arba nupūsti liepsną (esant reaktyviniam varikliui) atsiradusią tūtoje, išjungti uždegimą ir, jeigu dar yra gaisro pavojus, įjungti gaisro gesinimo sistemą degančiame variklyje. Po variklio sustabdymo, jeigu jis dar dega, būtina panaudoti anglirūgšties ar miltelinius gesintuvus, nukreipiant putų srovę į variklio tūtą.

Jeigu degimas vyksta po variklio dangčiu arba liukuose, tai pirmiausiai, prieš gesinant liepsną, reikia jį atidaryti. Jeigu negalima jo atidaryti, reikia panaudoti rankinius pjovimo įrankius arba laužtuvus, kirvius ir padaryti kiaurymes tokio dydžio, kad galima būtų panaudoti ugnį gesinančias medžiagas.

Jeigu gaisras orlaivyje tęsiasi ilgiau kaip 2 minutes ir liepsnos yra apimtas didesnis paviršius, tai būtina panaudoti oro – mechanines putas. Tokio gaisro metu dauguma orlaivio metalinių paviršių įkaista ir gesinimas jau darosi apsunkintas. Tada būtina pirmiausia gesinti mechaninėmis putomis degančius skysčius. Naudoti dujines ugnies gesinimo priemones būtų mažiau efektinga, nes degantys didesni paviršiai sudaro apie save besiplečiančius oro srautus ir išneša ugnį gesinančias medžiagas iš degimo zonos, tuo pačiu sumažinamas iki minimumo gesinimo efektas.

Gesinant patyrusį avariją orlaivį nusileidimo metu su sugedusia važiuokle geriausia gaisro gesinimo taktika, - kai degantysis paviršius padengiamas oro – mechaninės putos sluoksniu iš gaisrinių automobilių cisternų.

Gaisro likvidavimas priklauso nuo visos eilės veiksnių, iš kurių svarbiausi yra šie: skraidančio aparato tipas, žmonių skaičius degančiame orlaivyje, krovinio tipas, degalų kiekis bakuose, vėjo greitis ir gaisro vieta. Gaisro gesinimas turi būti atliekamas greitai ir nustatyta seka: žvalgymas, žmonių gelbėjimas ir ugnies ataka.

Žvalgymas – tai gaisro židinių padėtis, gaisro gesinimo taktikos pasirinkimas, žmonių gelbėjimo evakuacijos kelias ir laikas, tolimesnio ugnies fronto išplitimo galimybių nustatymas, galimybė pašalinti iš ugnies zonos degančius degalus, orlaivio padėties pakeitimas priklausomai nuo vėjo krypties (skiriama nedideliems orlaiviams). Žmonių gelbėjimo operacija dažniausiai yra pati sudėtingiausia ir pavojingiausia.

Gaisras keleivių salonuose paprastai sukelia temperatūros padidėjimą ir nuodingų dujų susidarymą (smalkės, anglies dvideginis, ciano rūgštis garai ir kt.), kurios pavojingos keleiviams ir įgulos nariams. Gesinant gaisro židinių keleivių salone reikia naudoti vandens čiurkšles, tiekiamas iš specialių vamzdžių. Dėl to fiuzeliažo viduje staigiai krenta temperatūra ir sumažėja nuodingų dujų koncentracija.

Labai pavojingas yra gaisras orlaivio keleiviams, kai dega degalų tiekimo sistemos mazgai ir degalai išsilieja apatinėje fiuzeliažo dalyje. Toks gaisras gesinamas tiekiant maksimalų putų kiekį iš lafetinių vamzdžių. Reikia intensyviai atšaldyti fiuzeliažą ir sudaryti sąlygas salono vėdinimui. Į liepsnos pusę reikia nukreipti ugnį gesinančias medžiagas pavėjui, prieinant kiek galima arčiau prie

gaisro židinio. Putas reikia pradėti lieti nuo ugnies krašto ir toliau pavėjui, plečiant putų užliejamą plotą.

Esant stambesniam gaisrui, kai ugnis yra apėmusi fiuzeliažą ir sparnų plokštumas, būtina užlieti sparnų plokštumus putomis, kad ugnis nepersimestų iš degančių degalų bakų į likusius bakus, kuriuose dar degalai nedega. Tuo pačiu metu reikia vėsinti žmonių evakuacijos kelią. Gaisro gesinimą ir žmonių evakuaciją vykdo avarinės – gelbėjimo tarnybos, darbuotojai aprūpinti techninėmis priemonėmis, automobiliais, ryšio, žvalgybos – paieškų orlaiviais.

## LITERATŪRA

1. A.Sakalauskas, V.Vaitkevičius, B.Petralis, V.Šulga. Vandentiekis. Vilnius.: Mokslas, 1983. 392 p.
2. B. Pajarskienė. Stresas darbe ir sveikata, UAB "Informacijos ir leidybos centras", Vilnius, 1995. 52 p.
3. Civilinės aviacijos terminų žodynas. Pagal ICAO/ R.Eriksonienė, J.Klimavičius, V.Dargužis. Vilnius.: Vagos leidykla ir susiekimo ministerija, 1996. 352 p.
4. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis nuostatai. Vilnius. 1998. 28 p.
5. Darbo įrenginių naudojimo bendrieji nuostatai. Vilnius. 1999. 8 p.
6. Darbo vietų įrengimo bendrieji nuostatai, Vilnius, 1999. 9 p.
7. Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatai. Vilnius. 1998. 9 p.
8. EB Tarybos 1991 05 21 direktyva 91/271/EEC dėl miesto nuotėkų valymo. 31 p.
9. EB Tarybos 1997 12 20 direktyva 80/551/EEC dėl ikigarsinių reaktyvinių orlaivių keliamo triukšmo apribojimo. 10p.
10. EN 1837 : 1999 Safety of machinery – Integral lighting of machines p. 10.
11. Elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Vilnius, 2000. P.110-129.
12. Europos Sąjungos direktyva 86/188/EEB Dėl darbuotojų apsaugos nuo rizikos, susijusios su triukšmo poveikiu darbe.
13. E.Juodis. Vėdinimas. Vilnius.: Enciklopedija. 1998. 352 p.
14. F. Staniulis ir kt. Darbo apsauga. Vilnius: Mokslas, 1988. 352 p.
15. G.Gimbutis, K.Kajutis, V.Krukoniš, A.Pranckūnas, P.Švenčianas. Šiluminė technika. Vilnius.: Mokslas, 1993. 333 p.
16. Gutauskienė Danutė. Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas. Mokymo priemonė. KTU.: Technologija, 1992. 47 p.
17. Krovinių kėlimo rankomis bendrieji nuostatai. Vilnius. 1998. 10 p.
18. K.A.Kaminskas. Ergonomikos mokslas Lietuvoje// Technikos mokslo raida Lietuvoje. Mokslo istorikų konferencijos pranešimai. Vilnius.: Technika, 1996. P. 114-116.
19. K.Baikštys ir kiti. Civilinės saugos pagrindai. Meralas. Vilnius.: 1996. 350 p.
20. K.Baikštys ir kiti. Civilinės saugos pagrindai. Meralas. Vilnius.: 1996. 350 p.
21. LR Statybos įstatymas, Vilnius. 2002-07-01 24 p.
22. LST ISO 31-6:1996. Dydziai ir vienetai. 6-oji dalis. Šviesa ir jai giminiška elektromagnetinė spinduliuotė. p. 21.
23. LST EN ISO 7250: 2001 Pagrindiniai žmogaus kūno matavimai skirti technologiniam projektavimui. 27 p.
24. LST EN 547-1: 2001 Mašinų sauga. Žmogaus kūno matavimai. 1 dalis. Žmogaus prieigos į mašinos angų matmenų nustatymo principai. 15 p.
25. LST EN 547-2: 2001 Mašinų sauga. Žmogaus kūno matavimai. 2 dalis. Prieigos angų matmenų nustatymo principai. 26 p.
26. LST EN 547-3 : 2001 Mašinų sauga. Žmogaus kūno matavimai. 3 dalis. Antropometriniai duomenys. 8 p.
27. LST EN 996 : 2000. Polių įranga. Saugos reikalavimai. 46 p.
28. LST EN 563+AC+A1: 2000. Mašinų sauga. Liečiamų paviršių temperatūros. Ergonomikos duomenys karštų paviršių temperatūros ribinėms vertėms nustatyti. 27 p.
29. LST EN 614 – 1:2000. Mašinų sauga. Ergonominiai projektavimo principai. 1 dalis. Terminai ir bendrieji principai. 21 p.
30. LST EN 1088:2000 Mašinų sauga. Blokavimo įtaisai, susiję su apsauga. Projektavimo ir parinkimo principai. 35 p.
31. LST EN 1050:1999. Mašinų sauga. Rizikos vertinimo principai 24 p.
32. Lietuvos higienos norma HN 98:2000. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. Žin., 2000, Nr. 44 – 1278, p.66 – 79.
33. Lietuvos Respublikos higienos normos HN 73-1997. Pagrindinės radiacinės saugos normos. 24 p.

34. Lietuvos Respublikos higienos normos HN 23-1993. Kenksmingos medžiagos. Didžiausia leistina koncentracija darbo aplinkos ore. 54 p.
- 35. Lietuvos Respublikos higienos normos HN 33-1993. Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamoje ir darbo aplinkoje. Matavimo metodika. Bendrieji reikalavimai. 17 p.**
36. M.Gedgaudas, A.Šliažas, J.Švederauskas, E.Tuomas. Šilumos tiekimas. Red. E.Tuomas. Vilnius.: 1992. 328 p.
37. RSN 133-91. Priešgaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai /Lietuvos statybos ir urbanistikos ministerija. Vilnius: Lietprojektas, 1992. 78 p.
38. RSN 134-92. Visuomeniniai pastatai ir statiniai. Priešgaisriniai reikalavimai /Lietuvos statybos ir urbanistikos ministerija. Vilnius: LVPG "Vilma", 1992. 28 p.
39. RSN 137-92. Pastatų vidaus priešgaisrinis vandentiekis /Lietuvos statybos ir urbanistikos ministerija. Vilnius: LVPG "Vilma", 1992. 15 p.
40. RSN 138-92. Pastatų ir statinių priešgaisrinė automatika /Lietuvos statybos ir urbanistikos ministerija. Vilnius: VĮ "Karminas", 1992. 15 p.
41. RSN 159-95. Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas, Vilnius, 1995, 78 p.
42. R.Gražulevičienė, R.Sakalnikas. Pirmoji pagalba įvykus nelaimingam atsitikimui. Kaunas.: 1996, 58 p.
43. RSN 139-99 Pastatų ir statinių žaibosauga. 40 p.
44. Raimundas Aleknavičius, Dinas Vaitkaitis. Pirmoji medicinos pagalba. Kaunas.: 1996, 88 p.
45. Saugos taisyklės eksploatuojant elektros įrenginius. Norminiai dokumentai. Vilnius.: 1997. 121 p.
46. Saugos ir sveikatos apsaugos ženklų naudojimo darbovietėse nuostatai. Vilnius. 1999. 16 p.
47. Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje DT5-00, Vilnius. 2000. 10 p.
48. Techninis reglamentas. Mašinų sauga. Žin., 2000, Nr. 23 – 29 p.
49. J.Tutkuvienė. Vaikų augimo ir brendimo vertinimas. Vilnius: UAB "Meralas", 1995. 24 p.
50. Vandentvarkos darbų saugos taisyklės DT-3-99. Vilnius. 1999. 56 p.
51. VDI. Nelaimingi atsitikimai ir profesinės ligos. "Norminių aktų rinkinys. BĮ "Baltijos kopija". V. 2002. 161 p.
52. VDI. Saugos darbas (Informacinis laiškas) Nr. 118. Lietuvos Respublikos Darbo kodeksas. BĮ "Baltijos kopija". V.2002. 130 p.
53. Valstybinė darbų saugos ir darbo medicinos programa. Pritarta LR Vyriausybės 1995 03 22 Nr. 404, 1995. Vilnius. 45 p.
54. Valstybinė darbo inspekcija. Žmonių sauga darbe. Norminių aktų rinkinys. I dalis. Vilnius.: SPAB "Lietuvos geležinkeliai" informacijos ir leidybos spaustuvė, 1997. 356 p.
- 55. Valstybinė darbo inspekcija. Žmonių sauga darbe. Norminių aktų rinkinys. II dalis. Vilnius.: SPAB "Lietuvos geležinkeliai" informacijos ir leidybos spaustuvė, 1997. 341 p.**
56. Valstybinė darbo inspekcija. DARBO HIGIENA. Norminiai dokumentai. Vilnius.: 1999. 269 p.
57. Bezpieczenstwo pracy i ergonomia 1 Redactor Danuta Koradecka. CIOP. Warszawa. 1997. 640 p.
58. Council Directive 88/642/EEC of 16 December 1988 amending Directive 80/1107/EEC on the protection of workers from the risks related to exposure to chemical, physical and biological agents at work. (O.J.N. L356 of 24 12 1988 74 p.
59. Council Directive 89/391/EEC of 30 November 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work 90.J.N. L183 of 29 06 1989 1p.
60. Council Directive 90/269/EEC of 29 May 1990 on the minimum health and safety requirements for the manual handling of loads where there is a risk particularly of back injury to workers. 90.J.N. L156 of 21 06 1990 9 p.
61. EN 12 193 : 1998 Light and lighting – Sports lighting.
62. EN 23411 : 1997 Earth – moving machinery – Human physical dimensions of operators and minimum operator space envelope. 37 p.

63. EN 894 – 2 : 1997 Safety of machinery – Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators – Part 2: Displays. p. 22.
64. Fitting Jobs to people an Ergonomics Process. Implementation Guide. (1994). USA, Dearborn: Ford Motor Company. p.193.
65. Grandjean E. Ergonomics in Computerized Offices (1987). London: Taylor and Francis. 311 p.
66. Helander M. (1995). A. Guide to the Ergonomics of Manufacturing. London: Taylor and Francis p. 178.
67. ISO 10075 – 2 : 1996 Ergonomic principles related to mental workload – Part 2: Design principles. p. 11.
68. Kroemer K. (1989). Engineering anthropometry. Ergonomics, 32 (7), P. 767-784.
69. Peter Randlov. Centralizuoto šilumos tiekimo žinynas. Leidykla.: Anna Lund Kommunikation. Kopenhaga. 1997. 320 p.
70. prEN ISD 14738 Safety of machinery – Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery (ISO/Edis 14738:2000) p.30
71. pr EN 614 – 2 : 2000 Safety of machinery – Ergonomic design principles – Part 2: Interaction between the design of machinery and work tasks. p. 23.
72. Pheasant S.T. (1991). Ergonomics, work and health. London: Macmillan Press Ltd. p. 358.
73. Menges N.N. Computer Aided Work Station Design, Evaluation and Assignment. Proceedings of the 13 th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Tampere, Finland 1997. Volume 2, P. 72-74.
74. Mark S.Sanders and Ernest J.McCormick. Human factors in engineering and design. McGraw-Hill'inc. New York, 1992. p.790.
75. Bezpieczenstwo pracy i ergonomia 2. Redaktor naukowy D.Koradecka. Centralny instytut ochrony pracy, Warszawa, 1997. p. 1265.
76. National aeronautic and Space administration (NASA). (1978). Anthropometric source book, vol. 2: A handbook of fit the user. In D.Oborne and M.Gruneberg, The physical environment at work. London.: Wiley. p. 318.
77. Sécurité et santé dans la construction. Recueil de directives pratiques du BIT Genève, Bureau international du Travail ISBN 92-2-207104-2, 1992, 175.
78. Sukaraba S., Yoshida C.A. and Yoshida A.M. Color Discernment of Interior Finishing Colors in Age-related Yellow Vision. Proceedings of the 13 th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Tampere, Finland 1997. Volume 4, P. 463-465.
79. Woodson, W., Tillman B. and Tillman P. (1991). Human Factors. Design Handbook 92 d ed.0. New York.: McGraw-Hill, Inc. p. 737.
80. Антропометрический атлас. Методические рекомендации. ВНИИТЭ. М.: 1977. 138 с.
81. В.Г.Блинов. Охрана труда на предприятиях гражданской авиации. Справочник. – М.: Транспорт, 1990. 288 с.
82. М.Н.Нисис. Техника безопасности при производстве сантехнических работ. Киев. Будевельник, 1997. 250 с.
83. Н.П. Онищенко. Охрана труда при эксплуатации котельных установок. Москва.: Стройиздат, 1991. 398 с.