LIETUVOS ENERGETIKOS AGENTŪRA

Rekomendacijų rinkinys įrenginiuose ir technologiniuose procesuose energijos vartojimo auditus atliekantiems auditoriams

2026, Vilnius

LEAP to 11

Bendrai finansuoja Europos Sąjunga

Bendrai finansuojama Europos Sąjungos. Visa šiame tekste pateikiama informacija ir nuomonė yra tik autoriaus požiūris ir nei Europos Sąjunga, nei pagalbą teikianti institucija Europos klimato, infrastruktūros ir aplinkos vykdomoji agentūra (CINEA) nėra atsakingos už šios informacijos panaudojimą.

Dokumentas	Rekomendacijų rinkinys įrenginiuose ir technologiniuose procesuose energijos vartojimo auditus atliekantiems auditoriams
Sudarymo data	2026-09-15
Aprašymas	Šis rinkinys skirtas auditų įrenginiuose ir technologiniuose procesuose kokybei gerinti. Jame pristatoma energijos vartojimo audito nauda, išsamiai aprašomos auditų kokybės priežiūros procedūros, pateikiamos gairės reikalaujamos informacijos pateikimui audito ataskaitose, taip pat matavimų ir skaičiavimų atlikimui. Vykdydama energijos vartojimo auditų kokybės priežiūrą, VšĮ Lietuvos energetikos agentūra surinko ir susistemino informaciją apie dažniausiai energijos vartojimo audito ataskaitose pasitaikančias klaidas, kurios pateiktos šiose gairėse.
Parengė	VšĮ Lietuvos energetikos agentūra Agnė Stonienė (rekomendacijų rinkinio rengimo vadovas) Agnietė Melninkaitienė Laima Narsutytė Mindaugas Mižutavičius Ginta Samulienė

Turinys

1. Sąvokos ir trumpiniai 4

2. Įvadas 5

3. Įmonę apibūdinančių įvesties duomenų surinkimas 6

3.1. Pagrindinės klaidos surenkant įmonę apibūdinančius duomenis 7

4. Energetinių parametrų matavimai 8

4.1. Išmatuotų duomenų apdorojimas 9

4.2. Šilumos nuostolių vertinimas 9

4.3. Energetinių matavimų klaidos 9

5. Gamybos procesų išskirstymas 11

5.1. TECHNOLOGINIAI PROCESAI 12

5.1.1. Pagrindinės klaidos analizuojant technologinius procesus 13

5.2. PAGALBINIAI PROCESAI 13

5.2.1. Pagrindinės klaidos analizuojant pagalbinius procesus 15

5.3. APTARNAVIMO PROCESAI 15

5.3.1. Pagrindinės klaidos analizuojant aptarnavimo procesus 16

6. Pagrindinių gamybos procesų grandys. Technologinio proceso srauto diagramos sudarymas 17

6.1. Pagrindinių gamybos procesų grandžių veikimo aprašymas 17

6.1.1. Pagrindinių gamybos procesų grandžių veikimo pavyzdys kepyklos veiklą vykdančioje įmonė 18

6.2. Technologinio proceso srauto diagrama 19

6.2.1. Technologinio proceso srauto diagramos pavyzdys stiklo taros gamybos procesui 20

6.3. Pagrindinės klaidos nustatant pagrindines procesų grandis ir sudarant technologinio proceso srauto diagramą 21

7. Energijos ir vandens sąnaudų balansų sudarymas 22

7.1. Sankey diagramos sudarymas 23

7.1.1. Duomenų srauto diagramos sudarymo pavyzdys 24

7.1.2. Kepyklos energijos sąnaudų balanso pavyzdys 25

7.1.3. Energijos sąnaudų balanso pavyzdys – metalo gaminių įmonė 26

7.2. Pagrindinės energijos ir vandens sąnaudų balansų sudarymo klaidos 27

8. Energijos ir vandens taupymo galimybės ir rekomendacijos 28

9. Energijos ir vandens taupymo priemonių ekonominio efektyvumo įvertinimas 30

9.1. Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL) 30

9.2. Grynoji dabartinė vertė (GDV) 31
9.2.1. Grynoji dabartinė vertės skaičiavimo pavyzdys 31
9.3. Vidinė grąžos norma (VGN) 32
9.4. Pagrindinės energijos ir vandens taupymo priemonių ekonominio efektyvumo įvertinimo klaidos 33
10. Šaltiniai 34
11. Priedas Nr. 1. Atlikto audito ataskaitos atitikties savikontrolės sąrašas 35

1. Sąvokos ir trumpiniai

Sąvoka / trumpinys	Paaiškinimas / apibrėžimas
LEA	VšĮ Lietuvos energetikos agentūra
Metodika (M)	Energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2010 m. gegužės 10 d. įsakymu Nr. 1-141 „Dėl energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodikos patvirtinimo“.
ITP	Įrenginiai ir technologiniai procesai.
Audito ataskaita	Energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo auditas technologiniuose procesuose ir įrenginiuose, atliktas pagal Metodikos reikalavimus.
Auditorius	Atestuotas specialistas, turintis teisę atlikti auditą technologiniuose procesuose ir įrenginiuose.
Savikontrolės sąrašas	LEA parengtas ir audito ataskaitų vertinimui naudojamas Atlikto audito atitikties savikontrolės sąrašas (Priedas Nr. 1). Jis suteikia galimybę auditoriams pasitikrinti parengtos audito ataskaitos atitiktį reikalavimams.

Kitos sąvokos suprantamos taip, kaip jos apibrėžtos Metodikoje.

2. Įvadas

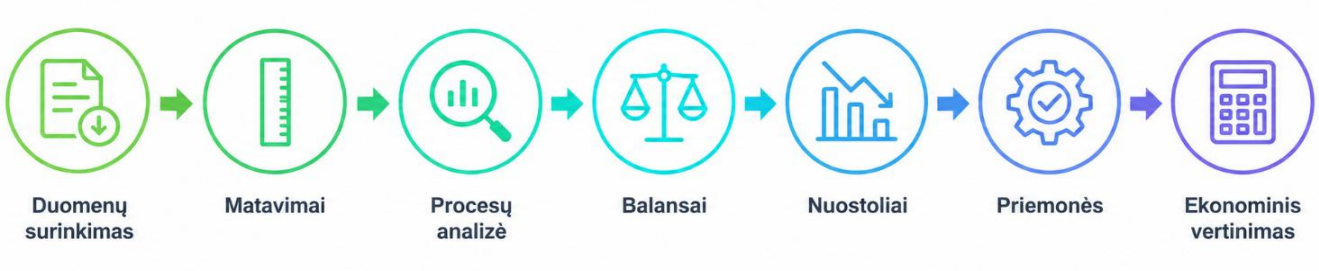
Energijos vartojimo efektyvumo didinimas pramonės įmonėse padeda mažinti gamybos sąnaudas, didinti įmonių konkurencingumą bei prisidėti prie nacionalinių ir Europos Sąjungos klimato kaitos ir energetikos tikslų įgyvendinimo. Energijos vartojimo auditas leidžia nustatyti neefektyvų energijos naudojimą, įvertinti energijos taupymo potencialą ir numatyti tinkamas energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemones.

Šis rekomendacijų rinkinys skirtas auditoriams ir parengtas siekiant prisidėti prie energijos vartojimo auditų kokybės gerinimo. Dokumente pateikiamos metodinės gairės, padedančios auditoriams tinkamai rinkti, vertinti ir interpretuoti audito metu gaunamus duomenis, bei užtikrinti rezultatų patikimumą ir palyginamumą.

Ypatingas dėmesys skiriamas pagrindinių duomenų surinkimui, energetinių parametrų matavimams, technologinių procesų struktūros analizei bei energijos ir vandens sąnaudų balansų sudarymui. Taip pat aptariamas technologinių, pagalbinių ir aptarnavimo procesų atskyrimas, jų energijos srautų identifikavimas bei techninių ir ekonominių rodiklių vertinimas.

Atsižvelgiant į LEA vykdomą energijos vartojimo auditų kokybės priežiūrą, šiame dokumente taip pat apibendrinamos dažniausiai pasitaikančios auditų ataskaitų rengimo klaidos bei pateikiamos rekomendacijos kaip jų išvengti. Tai leidžia gerinti auditų kokybę, mažinti interpretavimo galimybes ir stiprinti bendrą energijos vartojimo efektyvumo vertinimo sistemą Lietuvoje.

Prie atskirų temų pateikiamos nuorodos į LEA parengto ir audito ataskaitų vertinimui naudojamo Savikontrolės sąrašo punktus (Priedas Nr. 1 Atlikto audito atitikties savikontrolės sąrašas). Tai suteikia galimybę auditoriams pasitikrinti parengtos audito ataskaitos atitiktį reikalavimams.



Paveikslas Nr. 1 Energijos vartojimo audito įrenginiuose ir technologiniuose procesuose atlikimo principinė schema.

3. Įmonę apibūdinančių įvesties duomenų surinkimas

Savikontrolės sąrašo **1, 2, 3 p.**

Metodikos **9, 10, 15 p., VI skyrius**

Šiame skyriuje aprašomi pagrindiniai įmonę apibūdinantys įvesties duomenys, kuriuos auditorius turi surinkti ir patikrinti prieš atlikdamas išsamesnę energijos ir vandens vartojimo analizę, pateikiami reikalavimai dėl informacijos apie įmonę, energijos ir vandens sąnaudas bei išlaidas, jas pagrindžiančius dokumentus ir anksčiau atliktų auditų rezultatus.

Surinkti duomenys sudaro pagrindą tolesniam įmonės energijos ir vandens vartojimo, technologinių procesų bei efektyvumo didinimo potencialo vertinimui. Taip pat šiame skyriuje aptariamos dažniausios duomenų pateikimo ir patikimumo klaidos, į kurias auditorius turėtų atkreipti dėmesį. Bendra informacija apie įmonę (Metodikos 1 priedo lentelė).

Duomenys apie audituojamą įmonę ir sudaro svarbią audito ataskaitos dalį. Auditorius privalo užpildyti Metodikos 1 priedo lentelę remdamasis aktualiais ir patikimais įmonės pateiktais duomenimis, apskaitos dokumentais bei faktiškai surinktais duomenimis objekte.

Surinkta informacija naudojama įmonės **veiklos mastui, technologiniams procesams, energijos ir vandens vartojimo struktūrai bei efektyvumo priemonių potencialui įvertinti,** todėl **duomenų tikslumas ir išsamumas** yra būtini siekiant pagrįstų audito išvadų ir rekomendacijų.

Duomenys apie įmonės energijos, vandens sąnaudas (Metodikos 2 priedo lentelė)

Auditorius privalo surinkti ir pateikti išsamius ir patikimus duomenis pagal energijos rūšis ir vartojimo paskirtį, remdamasis sąskaitų, skaitiklių parodymų bei kitais faktiniais šaltiniais. Ši informacija naudojama vartojimo struktūrai įvertinti, pagrindinėms energijos ir vandens vartojimo sritims nustatyti bei energijos taupymo priemonių potencialui įvertinti, todėl duomenų tikslumas ir išsamumas yra būtini pagrįstoms audito išvadoms ir rekomendacijoms parengti.



Rengiant duomenis pagal Metodikos 2 priedo lentelę (Metodikos 10.1–10.2 papunkčiai), **rekomenduojama visas energijos sąnaudas pateikti nustatytais matavimo vienetais – MWh/metus.**

Duomenys apie įmonės energijos, vandens išlaidas (Metodikos 3 priedo lentelė)

Ši informacija sudaro pagrindą energijos sąnaudų analizei, leidžia identifikuoti didžiausias išlaidas generuojančias vartojimo sritis, įvertinti siūlomų energijos efektyvumo priemonių ekonominę naudą ir pagrįsti investicijų atsiperkamumo skaičiavimus, todėl lentelėje pateikti duomenys yra būtini rengiant pagrįstas ir ekonomiškai argumentuotas audito rekomendacijas.



Pildant Metodikos 3 priedo lentelę (Metodikos 10.1–10.2 papunkčiai), **būtina pateikti įmonės energijos ir vandens išlaidas eurais per metus.** Reikalinga aiškiai **atskirti energijos rūšių (elektra, šiluma, dujos, kuras ir kt.) bei vandens išlaidas** ir užtikrinti, kad pateikti duomenys atitiktų tą patį ataskaitinį laikotarpį kaip ir sąnaudų rodikliai.

Įmonės energijos, vandens, pagrindinių žaliavų sąnaudas ir išlaidas patvirtinanti objekto atstovo pasirašyta pažyma

Metodikos 10.5. papunktyje nurodoma, kad duomenys apie įmonės energijos, vandens, pagrindinių žaliavų sąnaudas ir išlaidas nustatytame laikotarpyje patvirtinami pažyma, kurią pasirašo objekto savininko (patikėtinio) įgaliotas asmuo.



Vadovaujantis Metodikos 10.5 papunkčiu, prie audito ataskaitos būtina pridėti įmonės **energijos, vandens ir pagrindinių žaliavų sąnaudas bei išlaidas patvirtinančią pažymą, pasirašytą įmonės įgalioto atstovo.** Pažymoje turi būti aiškiai nurodytas ataskaitinis laikotarpis, pateikti sąnaudų (fiziniai vienetai) ir išlaidų (Eur) duomenys sutaptų su ataskaitoje nurodytais rodikliais. Dokumentas pridedamas kaip atskiras priedas prie audito ataskaitos.

3.1. Pagrindinės klaidos surenkant įmonę apibūdinančius duomenis

Pagrindinės pasitaikančios klaidos surenkant įmonę apibūdinančius duomenis:

- įmonės energijos, vandens ir žaliavų sąnaudos bei išlaidos **nepatvirtinamos įmonės įgalioto atstovo** arba **pažyma nepridedama**.
- **nepateikiami anksčiau** atliktų auditų (jei jų buvo atlikta) ataskaitose rekomenduotų energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių įgyvendinimo faktiniai energijos sutaupymai.
- ne visos energijos sąnaudos pateikiamos **MWh/metus**.

4. Energetinių parametrų matavimai

Savikontrolės sąrašo **20 p.**

Metodikos **81.1, 81.2 papunkčiai, 83, 87, 88 p.**

Atliekant energijos vartojimo auditą reikalinga atlikti energetinių parametrų matavimus. Remiantis **Metodikos XIV skyriumi** matavimai atliekami pagal numatytus parametrus bei pateikiant analizę apie atliktų matavimų gautus rezultatus.



Paveikslas Nr. 2 Energijos vartojimo auditų matavimų atlikimo schema

Energetinių parametrų, darančių įtaką energijos nuostoliams, nustatymas atliekamas siekiant įvertinti energijos vartojimo efektyvumą ir nustatyti galimus energijos taupymo rezervus. Matavimai gali būti atliekami **dviem būdais** – tiesiogiai vykdant energetinių parametrų matavimus arba pasinaudojant kitų fizinių ar juridinių asmenų anksčiau atliktų matavimų duomenimis.

Matavimams rekomenduojama naudoti **registruojančius matavimo prietaisus**, kurie leidžia patikimai įvertinti tiriamų parametrų dydžius bei jų dinamiką. Pateikiami išmatuoti duomenys apdorojami ir pateikiami grafikų ar lentelių pavidalu, kurie turi būti pridedami prie audito ataskaitos.

Visi naudojami matavimo prietaisai turi atitikti Lietuvos Respublikos metrologijos įstatymo ir Lietuvos metrologijos inspekcijos nustatytus reikalavimus, užtikrinančius matavimų tikslumą ir patikimumą.

Naudotų **matavimo prietaisų sąrašas** audito ataskaitoje pateikiamas užpildant Metodikos 7 priedo lentelę, nurodant prietaisų pavadinimus, tipus, matavimo sritis, kilmės šalį ir kalibravimo duomenis.

4.1. Išmatuotų duomenų apdorojimas

Gauti energetinių parametrų matavimo rezultatai yra **analizuojami**, siekiant nustatyti energijos vartojimo efektyvumą, nuostolių priežastis ir potencialias optimizavimo galimybes. Analizės rezultatai turi būti pateikiami audito ataskaitoje.



Matavimai taip pat gali būti atliekami naudojant **objekte sumontuotus stacionarius prietaisus**, periodiškai fiksuojant jų rodmenis. Šie duomenys įforminami **energetinių parametrų matavimų aktu**, kuris pridedamas prie audito dokumentacijos

4.2. Šilumos nuostolių vertinimas

Atliekant **šilumos nuostolių vertinimą** technologiniuose įrenginiuose, rekomenduojama taikyti **termovizinius tyrimus**, leidžiančius vizualiai identifikuoti šilumos nuostolių zonas. Ataskaitoje pateikiamos termovizinio tyrimo gautos termogramos bei jų analizė, nurodant šilumos nuostolių priežastis ir intensyvumą.



Jei audito metu naudojami kitų organizacijų atliktų matavimų rezultatai, prie audito ataskaitos pridedamos šių matavimų **aktų, protokolų ir grafikų kopijos**, patvirtinančios duomenų šaltinius ir patikimumą.

4.3. Energetinių matavimų klaidos

Atliekant auditų patikrinimus nustatytos sisteminės klaidos, susijuos su energetinių parametrų matavimų atlikimu ir jų pateikimu audito ataskaitose. Pagrindinės pasitaikančios klaidos:

- nustatyta, kad dalis auditorių iš viso **neatlieka energetinių parametrų matavimų**. Tai yra esminis Metodikos pažeidimas, nes pagal nustatytą tvarką matavimai yra privalomi. Vien deklaratyvus teiginys ataskaitoje, kad matavimai nebuvo vykdomi arba remtasi kitų šalių duomenimis, nėra pakankamas ir laikomas neatitikimu.
- tais atvejais, kai **matavimai galimai buvo atlikti, jų rezultatai nepateikiami** arba pateikiami neaiškiai. Dažnai ataskaitose trūksta grafikų ar matavimo duomenų pateiktų lentelėse, kurie leistų objektyviai įvertinti energijos vartojimo parametrus. Informacija nepateikiama arba pateikiama fragmentiškai, todėl ją sudėtinga identifikuoti audito ataskaitoje.
- viena iš dažniausių problemų – **nėra pateikiama atliktų matavimų rezultatų analizė**. Net jei duomenys egzistuoja, jie nėra interpretuojami: nepateikiamos įžvalgos, tendencijos, palyginimai ar išvados, kurios pagrįstų audito rekomendacijas. Tai rodo, kad matavimų duomenys nėra tinkamai panaudojami audito tikslams.

- fiksuojami atvejai, kai ataskaitoje **nurodomi priedai** (pvz., atskiros matavimų ataskaitos**), tačiau jie nėra faktiškai pateikiami**. Tai neleidžia patikrinti duomenų pagrįstumo ir laikoma dokumentacijos trūkumu (nepateikiami).
- labai dažna bendra problema – **informacija pateikiama neaiškiai**. Net jei tam tikri duomenys ar analizė yra įtraukti, jie nėra aiškiai struktūruoti, pažymėti ar lengvai randami. Dėl to tampa sudėtinga įvertinti, ar buvo laikytasi Metodikos reikalavimų.



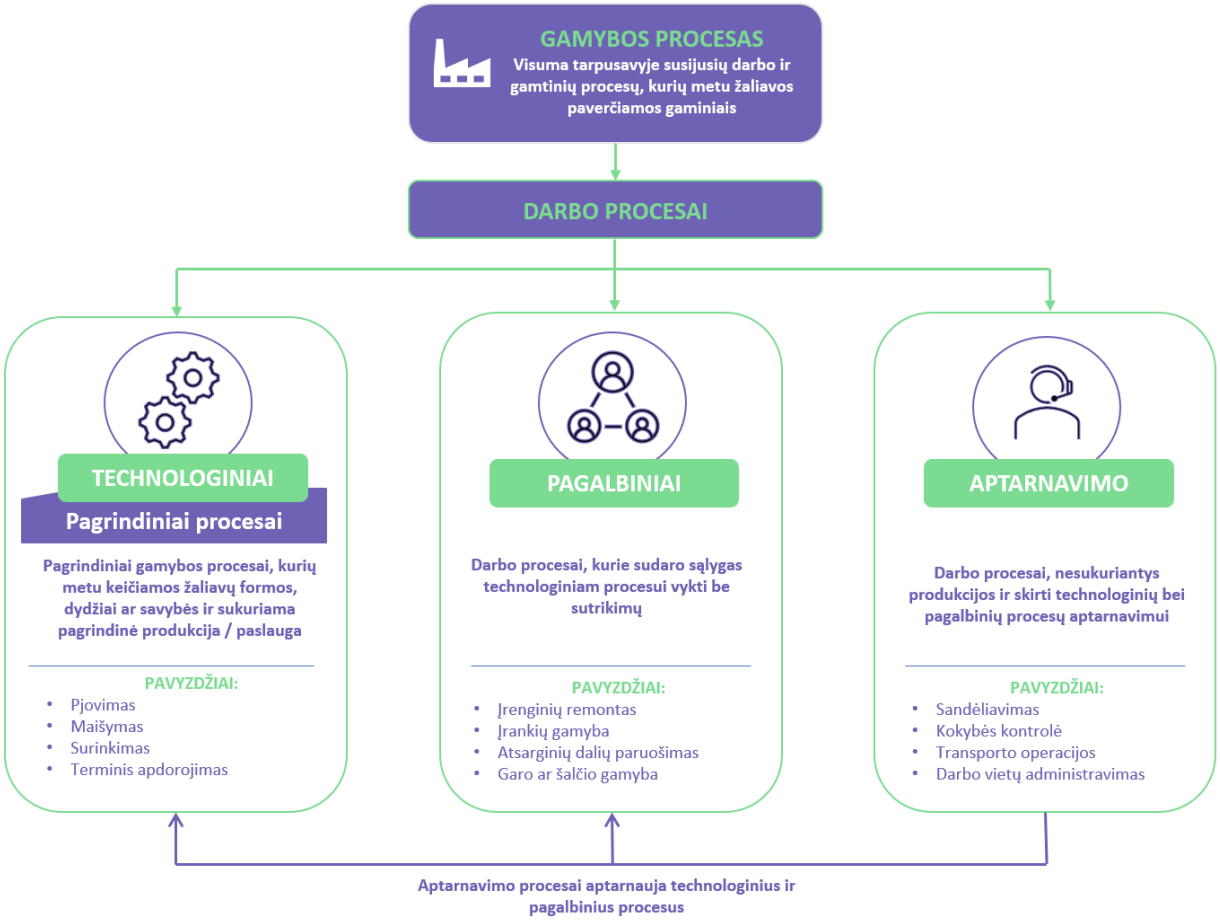
Audito ataskaitoje privalo būti aiškiai ir struktūruotai pateikta: atlikti energetinių **parametrų matavimai**, jų **rezultatai lentelių** ir / ar **grafikų** forma, išsami šių **rezultatų analizė** ir visi nurodyti priedai. Šios informacijos nepateikimas, neaiškus pateikimas ar neidentifikuojamumas laikomas neatitikimu Metodikos nuostatoms

5. Gamybos procesų išskirstymas

Savikontrolės sąrašo **6, 7, 8 p.**

Metodikos **12, 18, 19, 30, 32-34, 35-37 p.**

Gamybos procesas yra svarbi įmonės veiklos dalis, apimantis įvairius tarpusavyje susijusius darbus ir procesus, kurių metu žaliavos bei medžiagos paverčiamos galutiniu produktu. Siekiant užtikrinti sklandžią ir efektyvią gamybą, svarbūs ne tik pagrindiniai technologiniai procesai, bei ir juos palaikantys pagalbiniai bei aptarnavimo procesai. Paveiksle Nr. 3 pateikiama įmonės gamybos procesų sąsajų schema.



Paveikslas Nr. 3 Įmonės procesai ir jų sąsajos.

5.1. TECHNOLOGINIAI PROCESAI

Technologiniai procesai – pagrindiniai gamybos procesai, kurių metu keičiamos darbo objektų formos, dydžiai, savybės ir pradinės žaliavos virsta pagrindine produkcija. Pagrindinių gamybos procesų tiesioginis rezultatas – pagaminti gaminiai, suteiktos paslaugos. Vyksta žaliavų, medžiagų keitimas, sukuriama galutinė vertė. Tai pagrindinė įmonės veikla.

Pagrindinės informacijos surinkimas

Rengiant auditą surenkama informacija apie pagrindinius produkcijos gamybos technologinius įrenginius, vartojančius energiją ir vandenį bei tų įrenginių technines charakteristikas. Surenkama informacija apie pagrindinių technologinių įrenginių energijos ir vandens sąnaudas.

Pagal Metodikos 12.2 papunktį audito ataskaitoje turi būti **konkretus technologinių įrenginių sąrašas**, o pagal 12.3 papunktį turi būti pateikiamos ir pagrindinių produkcijos gamybos technologinių **įrenginių techninės charakteristikos**. Audite reikia pateikti pagrindinių technologinių įrenginių sąrašą lentelės forma, jei įrenginiai kartojasi, nurodyti vienetų skaičių. Pagal Metodikos 12.4 papunktį turi būti pateiktos energijos ir vandens sąnaudos atskiriems technologiniams įrenginiams.

Įrenginių našumo nustatymas

Audito metu turi būti nustatytas technologinių procesų įrenginių našumas. **Našumas** – įrenginio geba duoti per tam tikrą laiką didesnį ar mažesnį produkcijos kiekį. Matuojamas gaunamu produkcijos kiekiu per laiko vienetą. Jei našumo tyrimai neatliekami reikalinga Audito ataskaitoje nurodyti priežastį. Energijos, energijos nešėjų ir vandens nuostolių dėl nevisiško įrenginių našumo išnaudojimo produkcijos gamybos sraute nustatymui yra atliekami technologinio proceso įrenginių našumo tyrimai. Įvertinamas technologinio proceso etapų tarpusavio našumų **suderinamumas**. Technologinio proceso įrenginių **nominalus našumas** nustatomas iš įrenginio techninių dokumentų duomenų. Technologinio proceso įrenginių **faktinis našumas** nustatomas atliekant įrenginių darbo stebėjimus arba pasinaudojant įmonių technologinių tarnybų pateiktais duomenimis.

Įvertinami technologinių įrenginių tuščios eigos darbo laikai.

Pagal Metodikos 12.5 papunktį; 30; 32-34 punktus **turi būti pateikiami** ne tik atskirų įrenginių **našumai,** tačiau ir technologinio proceso etapų, gamybos linijų tarpusavio našumu **suderinamumas** taip pat **įrenginių tuščios eigos darbo laikai**.

Energijos nuostolių analizė

Atliekama energijos nuostolių analizė dėl:

- technologinio proceso įrenginių nominalių našumų tarpusavio neatitikimo;

- nevisiško technologinių įrenginių našumo išnaudojimo;
- technologinių įrenginių tuščios eigos.

Technologinių įrenginių energijos nuostolių analizės rezultatai pateikiami lentelėse ir grafikuose. Pateikiami pasiūlymai dėl energijos ir vandens nuostolių sumažinimo.



Pagal Metodikos 35; 37 punktus turi būti atlikta technologinių įrenginių energijos nuostolių analizė **ir pateikti** matavimų rezultatai **(identifikuoti daugiausiai energijos vartojantys įrenginiai, įvertinti tuščios eigos ir našumų neatitikimai)**

5.1.1. Pagrindinės klaidos analizuojant technologinius procesus

Atliekant auditų patikrinimus nustatytos sisteminės klaidos, analizuojant technologinius procesus:

- **nepateikiamas išsamus** technologinio proceso **įrenginių sąrašas**, nepaaiškinama įrenginių paskirtis ir jų funkcijos technologiniame procese;
- **nenurodomos** įrenginių **techninės charakteristikos**: nepateikiami tokie parametrai kaip galia, veikimo režimai, darbo laikas, apkrovos ir kitos eksploatacinės charakteristikos;
- **netinkamai apskaičiuojamos arba nepateikiamos elektros ir / arba šiluminės energijos sąnaudos**: nepateikiamos atskirų įrenginių sąnaudos; sąnaudos apskaičiuojamos tik pagal įrenginių galią, neįvertinant faktinio veikimo laiko, nevertinamas technologiniuose procesuose naudojamos energijos kiekis;
- **netinkamai** procesams ar įrenginiams **priskiriamos kuro ir žaliavų sąnaudos**, nesudaromas aiškus ryšys tarp sunaudotų išteklių ir konkrečių technologinių operacijų;
- **nevertinamas** technologiniuose procesuose naudojamo **vandens kiekis**, nepateikiamos vandens sąnaudos atskiriems įrenginiams ar proceso etapams;
- nepakankamai analizuojami technologinių įrenginių **našumo rodikliai**: nepateikiami visų pagrindinių technologinių įrenginių našumai, dažnai nurodomas tik vieno įrenginio našumas, nevertinant visos technologinės grandinės; neanalizuojamas įrenginių tarpusavio našumo suderinamumas, nepateikiama informacija apie įrenginių darbą tuščiąja eiga ir su tuo susijusius energijos nuostolius.

5.2. PAGALBINIAI PROCESAI

Pagalbiniai procesai – darbo procesai, kurie sudaro sąlygas be sutrikimų vykti technologiniam procesui (pavyzdžiui, įrankių gamyba įmonės reikalams, atsarginių įrenginių remontui gamyba, įrenginių remontas, suspausto oro, garo, šalčio gamyba ir panašiai).

Pagalbiniai procesai dažniausiai apima sistemas, įrangą, įrenginius, kurie skirti technologinio proceso veiklos užtikrinimui tiekiant procesui energiją, įrankius. Tai procesai, kurie tiesiogiai nekuria produkto, tačiau užtikrina technologinių procesų nepertraukiamą ir tinkamą veikimą, tiekiant energiją, energijos nešėjus, vandenį ar kitas būtinas paslaugas technologiniams įrenginiams. Pagalbiniai procesai sudaro sąlygas nenutrūkstamai gamybai. Be šių procesų technologinis procesas negalėtų vykti arba būtų nesaugus.

Surenkama informacija apie pagalbinius procesus, sudaromas jų sąrašas

Rengiant auditą surenkama informacija apie pagalbinius procesus technologinėse energetinėse inžinerinėse sistemose. Sudaromas pagalbinių procesų sąrašas ir pateikiamas trumpas sistemų aprašymas:

- elektros energijos gamybos ir (arba) tiekimo sistemos;
- garo gamybos ir tiekimo sistemos;
- vandens gamybos ir (arba) tiekimo sistemos;
- suspausto oro gamybos ir tiekimo sistemos;
- šilumos ir (arba) šalčio gamybos ir (arba) tiekimo sistemos;
- vėdinimo / kondicionavimo sistemos;
- kitos sistemos.

Nustatomi pagrindiniai technologinių energetinių inžinerinių sistemų įrenginiai ir jų techninės charakteristikos

Reikalinga aiškiai įvardinti kokie įrenginiai (jei įrenginiai kartojasi ir kiek vnt.) yra priskiriami kiekvienam pagalbiniam procesui, pateikti jų techninės charakteristikas.

Įvertinami technologinėse energetinėse inžinerinėse sistemose generuojamos, tiekiamos energijos ir energijos nešėjų kiekiai ir jų charakteristikos.

Išskiriamos energijos, energijos nešėjų ir vandens sąnaudos technologinėse energetinėse inžinerinėse sistemose.

Audito ataskaitoje turi būti pateiktas **konkretus pagalbinių procesų sąrašas**. Pateikta **išsami informacija apie visas technologines energetines inžinerines sistemas** (jų įrenginius, įrenginių technines charakteristikas, darbinius našumus, generuojamus ir tiekiamus energijos bei energijos nešėjų kiekius ir charakteristikas). Išskaidomos elektros / šilumos / kuro / vandens sąnaudos pagal inžinerines sistemas.

Atliekamas technologinių energetinių inžinerinių sistemų energijos ir vandens vartojimo efektyvumo įvertinimas

Energijos vartojimo efektyvumas – darbo, paslaugų, prekių, energijos ir pirminės arba galutinės energijos sąnaudų santykis. Šis dydis audito ataskaitoje turi būti įvardijamas skaitine verte.

Energijos vartojimo efektyvumo įvertinimui atliekama technologinių energetinių inžinerinių sistemų energijos ir vandens sąnaudų analizė. Technologinių energetinių inžinerinių sistemų energijos ir vandens sąnaudos bei nuostoliai nustatomi pagal įmonės energetinių tarnybų pateiktą informaciją arba atlikus papildomus tyrimus ir matavimus.



Audito ataskaitoje **įvertinamas** technologinių energetinių inžinerinių sistemų **efektyvumas ir nuostoliai**. Nuostolius reikalinga nustatyti ne tik technologinių energetinių inžinerinių sistemų grupėms, bet ir atskiroms sistemoms ar įrenginiams, bei įvardinti nuostolius **skaitine verte**.

5.2.1. Pagrindinės klaidos analizuojant pagalbinius procesus

Atliekant auditų patikrinimus nustatytos sisteminės klaidos, analizuojant pagalbinius procesus:

- **netinkamai identifikuojami ir apibrėžiami pagalbiniai procesai**, nepateikiamas konkretus pagalbinių procesų sąrašas; pagalbiniai procesai painiojami su aptarnavimo procesais (apšvietimu, šildymu, transportu ir pan.), nesilaikoma metodikos reikalavimo atskirti pagalbinius ir aptarnavimo procesus;
- **nepakankamai aprašomos technologinės energetinės inžinerinės sistemos**: nepateikiama išsami informacija apie visas technologines energetines inžinerines sistemas, nenurodomi sistemų įrenginiai, jų našumai, gaminami ir tiekiami energijos bei energijos nešėjų kiekiai ir charakteristikos;
- **nevertinamas inžinerinių sistemų efektyvumas ir energijos nuostoliai**: neatliekama inžinerinių sistemų efektyvumo analizė, neidentifikuojami energijos nuostoliai ir jų priežastys;
- netiksliai apskaičiuojamos ir neišskaidomos elektros, šiluminės energijos, kuro bei vandens sąnaudos, nėra tinkamai susiejamos su konkrečiais įrenginiais, procesais ar atskiromis sistemomis.

5.3. APTARNAVIMO PROCESAI

Aptarnavimo procesai – darbo procesai, nesukuriantys jokios produkcijos ir skirti technologinių ir pagalbinių procesų aptarnavimui (pavyzdžiui, sandėliavimo bei transporto operacijos, kokybės kontrolė, darbo vietų aptarnavimas ir pan.). Tai procesai, kurie tiesiogiai nedalyvauja produkto gamyboje ir neužtikrina technologinio proceso veikimo, tačiau yra reikalingi įmonės kasdienei veiklai, darbuotojų darbo sąlygoms, logistikai ir valdymui.

Surenkama informacija apie aptarnavimo procesus, sudaromas jų sąrašas

Rengiant auditą surenkama informacija apie aptarnavimo procesus bei sudaromas aptarnavimo procesų sąrašas. Nurodomi pagrindiniai aptarnavimo procesų įrenginiai ir jų techninės charakteristikos, pateikiamos įrenginių energijos ir vandens sąnaudos. Atliekamas aptarnavimo procesų energijos ir vandens efektyvumo įvertinimas.



Audito ataskaitoje pateikiamas konkretus aptarnavimo procesų sąrašas ir paskirtis. Pateikta išsami informacija apie įrenginius, įrenginių technines charakteristikas. Išskaidomos energijos ir vandens sąnaudos. Įvertinamas aptarnavimo procesų efektyvumas.

5.3.1. Pagrindinės klaidos analizuojant aptarnavimo procesus

Atliekant auditų patikrinimus nustatytos sisteminės klaidos, analizuojant aptarnavimo procesus:

- **netinkamai identifikuojami** ir apibrėžiami **aptarnavimo procesai**, nepateikiamas konkretus aptarnavimo procesų sąrašas, aptarnavimo procesai painiojami su pagalbiniais procesais, įskaitant transporto veiklą;
- **nepateikiami** aptarnavimo procesams priskiriamų **įrenginių sąrašai**, trūksta techninių charakteristikų apie šildymo, vėdinimo, apšvietimo ir kitų sistemų įrenginius;
- **netinkamai apskaičiuojamos ir neišskaidomos aptarnavimo procesų elektros, šiluminės energijos, kuro ir vandens sąnaudos**, neįvertinami atskirų sistemų ir įrenginių veikimo parametrai bei faktinis jų veikimo laikas, todėl sąnaudos nėra tinkamai susiejamos su konkrečiais aptarnavimo procesais.
- neatliekama aptarnavimo procesų sistemų ir įrenginių **efektyvumo analizė**.

6. Pagrindinių gamybos procesų grandys. Technologinio proceso srauto diagramos sudarymas

Savikontrolės sąrašo 4 **p.**

Metodikos **15 p. VI skyrius**

6.1. Pagrindinių gamybos procesų grandžių veikimo aprašymas

Atliekant energijos vartojimo auditą, būtina nuosekliai aprašyti pagrindinių gamybos procesų grandžių veikimą. Toks aprašymas leidžia suprasti energijos vartojimo logiką visame technologiniame procese, nustatyti energijos sąnaudų pasiskirstymą atskiruose etapuose bei identifikuoti didžiausią energijos taupymo potencialą turinčias vietas. Aiškus ir struktūruotas procesų grandžių aprašymas sudaro pagrindą pagrįstoms, tikslinėms ir techniškai įgyvendinamoms energijos vartojimo efektyvumo didinimo rekomendacijoms rengti.

Pagrindinių gamybos procesų grandys – tai **nuoseklūs etapai**, per kuriuos žaliavos paverčiamos galutiniu produktu. Pagrindinės gamybos procesų grandys paprastai apima:

- **žaliavų priėmimą ir sandėliavimą** – vykdomas žaliavų iškrovimas, transportavimas į sandėlius ir laikymas kontroliuojamomis sąlygomis. Šiame etape naudojama kėlimo, transportavimo ir sandėliavimo įranga, vartojanti elektros energiją.
- **paruošimo procesus** – žaliavų rūšiavimas, smulkinimas, dozavimas, džiovinimas ar kiti pirminio apdorojimo veiksmai, reikalingi tolesnei gamybai. Šioje grandyje dažnai naudojami elektros varikliai, šiluminiai įrenginiai ir suslėgto oro sistemos.
- **pagrindinį technologinį procesą** – operacijas, kurių metu formuojamas produktas (pvz., mechaninis apdirbimas, liejimas, presavimas, terminis apdorojimas, cheminiai procesai ar surinkimas). Tai paprastai yra didžiausias energijos vartojimo etapas, kuriame naudojama elektros, šilumos ar kuro energija.
- **pagalbinius procesus** – komunalines ir technologines sistemas, būtinas gamybai: suslėgto oro tiekimą, ventiliaciją, siurblius, šaldymo sistemas, katilines, transformatorines ir kt.
- **produkto užbaigimą ir sandėliavimą** – pakavimą, ženklinimą, transportavimą į gatavos produkcijos sandėlį. Šiame etape naudojama pakavimo ir transportavimo įranga.
- **kontrolė ir kokybės tikrinimas** – tikrinama, ar produktas atitinka techninius ir kokybės reikalavimus.
- **logistiką ir realizavimą** – pagamintos produkcijos paskirstymas, transportavimas, pateikimas rinkai.

Energinio audito požiūriu svarbu vertinti ne tik atskirų įrenginių energijos vartojimą, bet ir procesų sąveiką, darbo režimus, apkrovų svyravimus bei energijos nuostolius visoje technologinėje grandinėje.



Rengiant pagrindinių gamybos procesų grandžių veikimo aprašymą būtina aiškiai, **konkrečiai ir struktūruotai aprašyti kiekvieną proceso etapą bei naudojamus technologinius įrenginius, nurodant jų paskirtį, tarpusavio sąsajas ir energijos vartojimo aspektus,** taip pat aiškiai apibrėžti audituojamos įmonės veiklos ribas ir apimtį.

6.1.1. Pagrindinių gamybos procesų grandžių veikimo pavyzdys kepyklos veiklą vykdančioje įmonė

Kepyklos gamybos procesas susideda iš nuoseklių technologinių operacijų, kurių metu miltai ir kitos žaliavos paverčiamos kepiniais. Pagrindinės proceso grandys:

Žaliavų priėmimas ir sandėliavimas

Priimami miltai, vanduo, mielės, cukrus, druska ir kiti priedai. Miltai laikomi silosuose arba sandėliuose, kitos žaliavos – šaldymo ar sausose patalpose. Energija vartojama transportavimo mechanizmams, ventiliacijai, apšvietimui ir šaldymo įrangai.

Žaliavų paruošimas ir dozavimas

Žaliavos dozuojamos pagal receptūras naudojant automatines ar pusiau automatines dozavimo sistemas. Miltai transportuojami sraigtiniais transporteriais arba pneumotransportu. Šiame etape vartojama elektros energija varikliams ir valdymo sistemoms.

Tešlos maišymas ir formavimas

Maišyklėse ruošiama tešla, kuri vėliau dalijama, apvalinama ir formuojama. Naudojamos elektrinės maišyklės, dalytuvai ir formavimo įranga. Tai vienas iš reikšmingesnių elektros energijos vartojimo etapų mechaniniuose procesuose.

Rauginimas (fermentacija)

Tešlos ruošiniai laikomi rauginimo kamerose, kur palaikoma nustatyta temperatūra ir drėgmė. Energija vartojama šildymo, garo, ventiliacijos ir automatinio valdymo sistemoms.

Kepimas

Produktai kepami elektrinėse arba dujinėse krosnyse. Tai paprastai yra didžiausias energijos vartojimo etapas, kuriame naudojama šiluminė energija ir elektros energija krosnių valdymui, konvejeriams ir ventiliatoriams

Aušinimas, pakavimas ir sandėliavimas

Iškepti gaminiai aušinami, pjaustomi (jei reikia), pakuojami ir transportuojami į sandėlį. Naudojami transporteriai, pjaustyklės, pakavimo linijos ir ventiliacijos sistemos.

Pagalbinės energetinės sistemos

Kepyklos veikloje svarbų vaidmenį atlieka suslėgto oro sistemos, karšto vandens ar garo ruošimas, šaldymo įranga, pastato šildymas, apšvietimas ir vėdinimas. Šios sistemos dažnai sudaro reikšmingą bendro energijos vartojimo dalį.

6.2. Technologinio proceso srauto diagrama

Technologinio proceso srauto diagrama yra svarbi energijos vartojimo audito dalis, leidžianti sistemiškai įvertinti energijos ir medžiagų judėjimą įrenginiuose bei visame gamybos procese. Ši diagrama grafiškai atvaizduoja pagrindinius proceso etapus, jų tarpusavio ryšius, energijos sąnaudas bei susidarančius nuostolius.

Rengiant srauto diagramą auditorius turi identifikuoti:

- pagrindinius ir pagalbinius technologinius etapus;
- kiekviename etape naudojamus energijos išteklius (elektros energiją, šiluminę energiją, kurą, suslėgtą orą ir kt.);
- energijos ir medžiagų kiekius (pvz., MWh, Nm³, kg, t);
- šalutinius produktus, atliekas, broką ir šiluminius nuostolius;
- galimus antrinio energijos panaudojimo ar perdirbimo srautus.

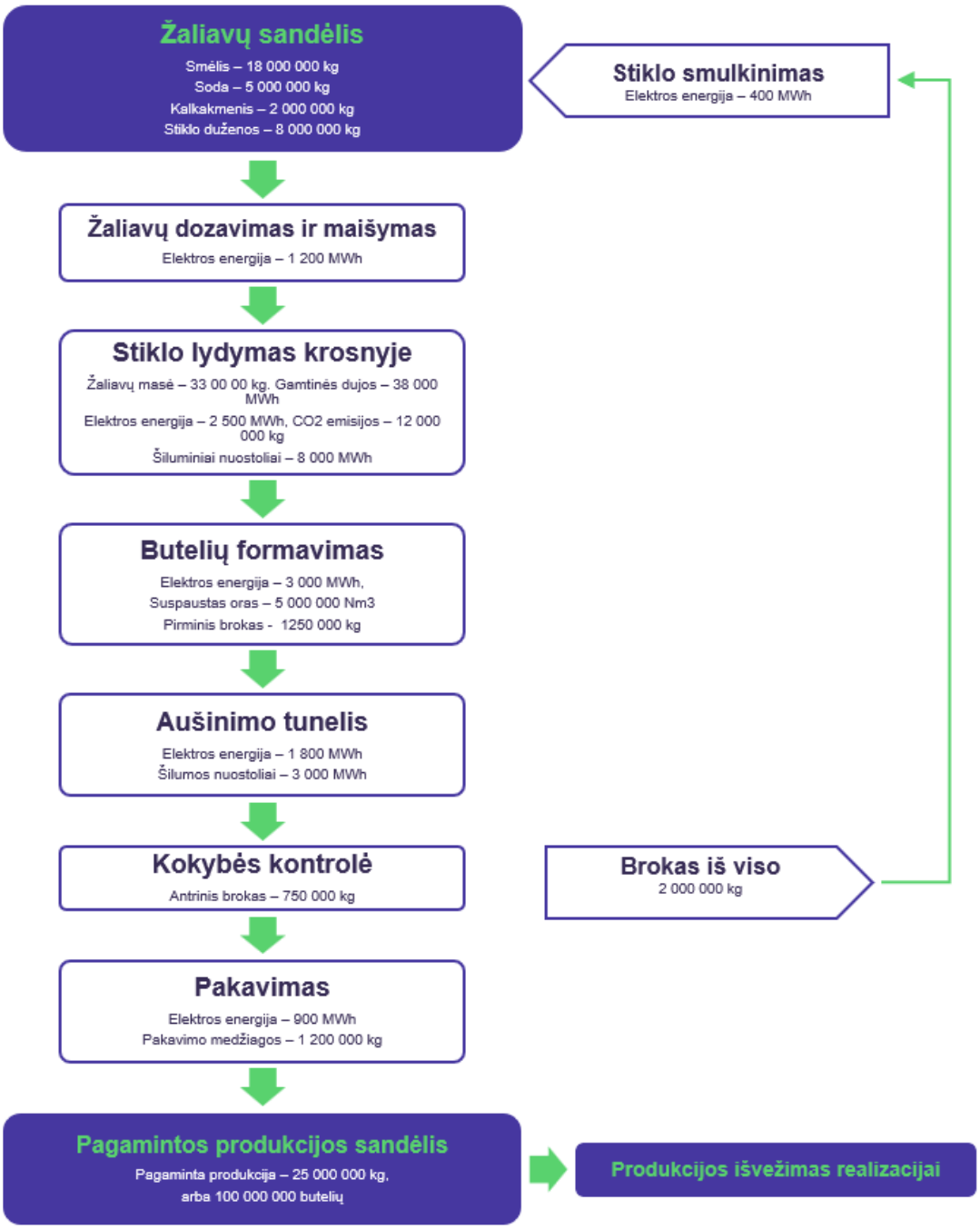
Diagrama turi būti pakankamai detali, kad leistų nustatyti didžiausių energijos sąnaudų ar nuostolių vietas, tačiau išlikti aiški ir suprantama. Esant sudėtingiems procesams rekomenduojama rengti atskiras detalias posistemių schemas.

Prie šio skyriaus pateiktas pavyzdys iliustruoja, kaip technologinio proceso etapai gali būti susieti su konkrečiais energijos srautais, žaliavų balansais, emisijomis ir nuostoliais. Tokia vizualizacija sudaro pagrindą tolesnei kiekybinei analizei, energijos balansų sudarymui ir energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių identifikavimui.



Rengiant energijos vartojimo audito ataskaitą, technologinio proceso srauto diagrama turi atitikti **Metodikos 15 p. ir VI skyrių reikalavimus – joje privaloma aiškiai pavaizduoti visus pagrindinius įrenginius, jų funkcijas bei energijos srautus su skaitinėmis reikšmėmis,** taip pat nedviprasmiškai nurodyti, kuriems konkretiems įrenginiams šios reikšmės priskirtos; rekomenduojama prieš pateikimą atlikti vidinę patikrą pagal reikalavimų sąrašą, kad būtų išvengta dažnai pasitaikančių trūkumų.

6.2.1. Technologinio proceso srauto diagramos pavyzdys stiklo taros gamybos procesui



Paveikslas Nr. 4 Technologinio proceso srauto diagramos pavyzdys stiklo taros gamybos procesui.

Su technologinio proceso srauto diagrama turi būti aprašytas įmonės technologinis procesas, nuosekliai nurodant pagrindinius technologinio proceso etapus, juose naudojamus įrenginius, žaliavų, energijos, energijos nešėjų, vandens ir kitų išteklių srautus bei susidarančius produktus, antrinius produktus, atliekas bei broką.

6.3. Pagrindinės klaidos nustatant pagrindines procesų grandis ir sudarant technologinio proceso srauto diagramą

Atliekant auditų patikrinimus nustatytos sisteminės klaidos:

- **netinkamai identifikuojami** ir apibrėžiami **aptarnavimo procesai**, nepateikiamas konkretus aptarnavimo procesų sąrašas, aptarnavimo procesai painiojami su pagalbiniais procesais, įskaitant transporto veiklą;
- **nepateikiami** aptarnavimo procesams priskiriamų **įrenginių sąrašai**, trūksta techninių charakteristikų apie šildymo, vėdinimo, apšvietimo ir kitų sistemų įrenginius;
- **nepateikiama technologinio proceso srauto diagrama** arba ji neatitinka Metodikos reikalavimų (neturi pagrindinių įrenginiai, jų funkcijų ir energijos srautų (su skaitinėmis reikšmėmis)). Dažnai nenurodoma prie kurių įrenginių reikšmės priskirtos.
- neaiškiai ir per abstrakčiai aprašyti pagrindiniai gamybos (veiklos) procesai ir technologiniai įrenginiai bei neatskirta audituojamos įmonės veiklos apimtis.

7. Energijos ir vandens sąnaudų balansų sudarymas

Savikontrolės sąrašo 11 **p.**

Metodikos **39, 42-43, 49-51, 56, 57, 59, 61, 73 p. VIII sk.**

Energijos ir vandens sąnaudų balansas audite – tai kiekybinė analizė, parodanti, kiek energijos ir vandens patenka į objektą ar procesą, kaip šie ištekliai paskirstomi atskirose technologinėse grandyse ir kur jie sunaudojami ar prarandami. Balansas sudaromas remiantis matavimo duomenimis, apskaitos informacija ir pagrįstomis inžinerinėmis prielaidomis. Parengtas balansas leidžia įvertinti išteklių vartojimo struktūrą, nustatyti neefektyvaus vartojimo ir nuostolių vietas bei sudaro pagrindą ekonomiškai ir techniškai pagrįstoms energijos ir vandens taupymo priemonėms identifikuoti ir prioretizuoti.

Energijos ir vandens sąnaudų balansas parodo:

- kurie procesai ar įrenginiai sunaudoja daugiausia energijos ar vandens,
- kur susidaro didžiausi energijos nuostoliai ar neproduktyvus vartojimas.

Bendroji balanso lygtis:

$$E_{\text{įtek}} = \sum E_{\text{naud}} + \sum E_{\text{nuost}}$$

kur:

$E_{\text{įtek}}$– bendras energijos įtekėjimas į objektą, MWh;
E_{naud}– naudingai technologiniuose procesuose panaudota energija, MWh;
E_{nuost}– energijos nuostoliai, MWh.

Rengiant elektros energijos, šilumos, kuro ir transporto kuro energijos balansus pagal Metodikos 39 ir 42–43 p. reikalavimus, būtina **pateikti atskirus, pilnus ir skaitinėmis reikšmėmis pagrįstus balansus,** kuriuose aiškiai išskirti įeinančios ir išeinančios energijos kiekiai, nuostoliai ir kitos dedamosios.

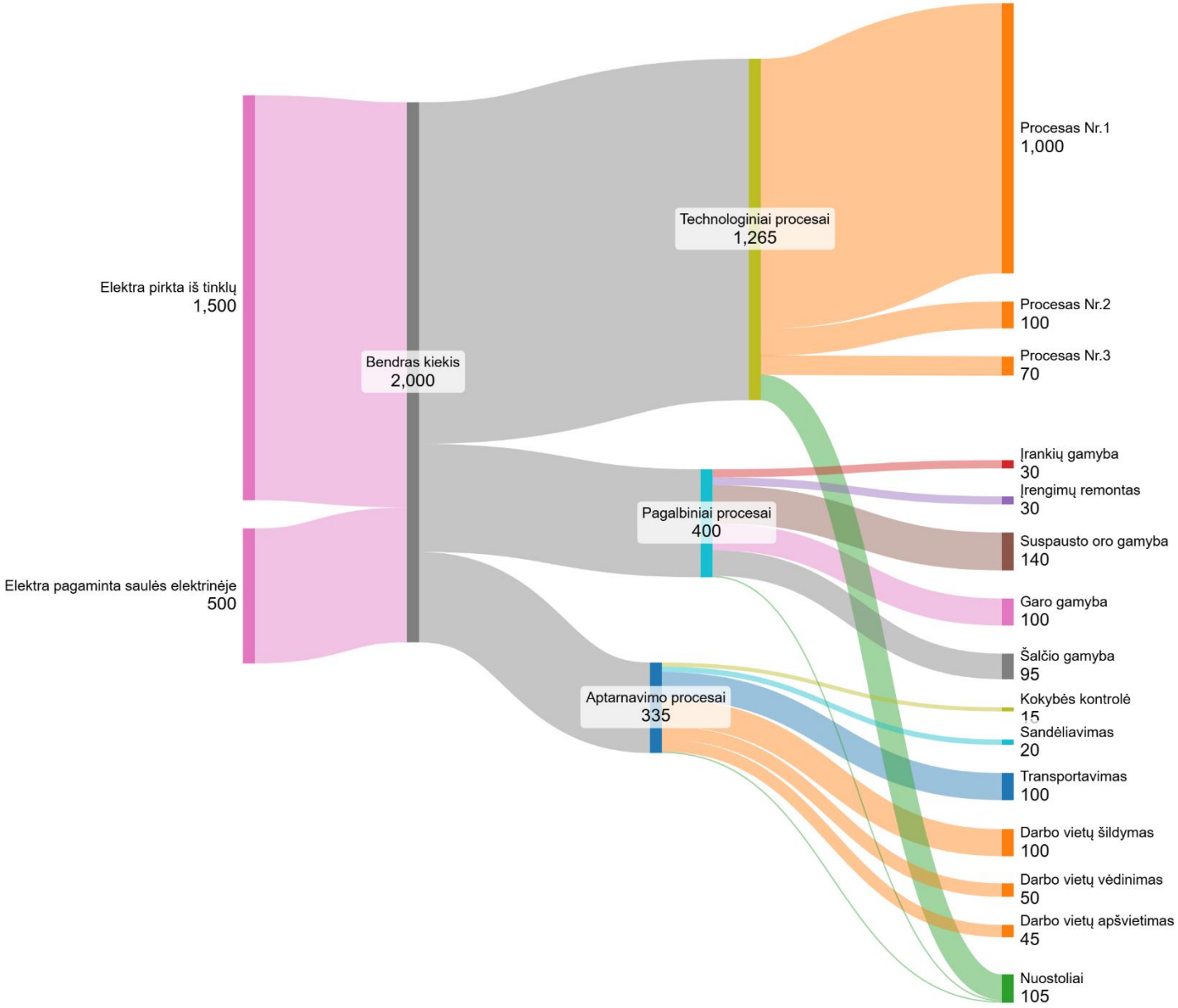
7.1. Sankey diagramos sudarymas

Sankey diagrama (srauto diagrama) – tai grafinis energijos ar kitų srautų vaizdavimo būdas, kuriame srautų plotis yra proporcingas jų kiekiui. Energijos vartojimo audituose srauto diagrama naudojama energijos įtekėjimo, paskirstymo, naudingosios dalies ir nuostolių atvaizdavimui pagrindinėse technologinio proceso grandyse. Ji leidžia aiškiai ir struktūruotai įvertinti energijos vartojimo struktūrą ir nustatyti didžiausią energijos taupymo potencialą turinčias proceso vietas.

Srauto diagramos svarba audituose:

- parodo **energijos judėjimą** ir jos **panaudojimą** skirtinguose procesuose**;**
- padeda vizualiai identifikuoti **didžiausias sąnaudas ir nuostolius;**
- padeda atpažinti **naudingą energiją ir nuostolius** skirtingose proceso grandyse;
- pateikia aiškią informaciją **ne techniniams sprendimų priėmėjams;**
- padeda **pagrįsti audito rekomendacijų prioritetus.**

7.1.1. Duomenų srauto diagramos sudarymo pavyzdys



Paveikslas Nr. 5. Sankey diagramos sudarymo pavyzdys.

Sankey diagramoje turi būti aprašytas įmonės energijos, vandens ir žaliavų balansas įmonės procesuose. Diagramoje nurodant pagrindinius srautus, jų kiekius, panaudojimo kryptis ir susidarančius nuostolius.

7.1.2. Kepyklos energijos sąnaudų balanso pavyzdys

Auditorius, atlikdamas energijos vartojimo auditą kepykloje, turi sudaryti energijos sąnaudų balansą, apimantį pagrindines energijos sąnaudas ir jų paskirstymą technologiniuose bei pagalbiniuose procesuose per pasirinktą ataskaitinį laikotarpį.

Audito objektas: duonos ir smulkiųjų kepinių kepykla

Vertinimo laikotarpis: 1 metai

Pagrindiniai energijos ištekliai: gamtinės dujos ir elektros energija

Kepykloje energijos suvartojimą sudaro gamtinės dujos ir elektros energija:

$$E_{\text{įtek}} = E_{\text{dujos}} + E_{\text{el}}$$

$$E_{\text{įtek}} = 1200 + 400 = 1600\ MWh$$

Bendros metinės energijos sąnaudos kepykloje sudaro 1 600 MWh, iš kurių:

- Gamtinės dujos – 1 200 MWh (75 proc.), naudojamos kepimo krosnyse,
- Elektros energija – 400 MWh (25 proc.), naudojama technologiniams ir pagalbiniams procesams.

Energijos sąnaudų išskirstymas įrenginiams ir procesams:

Procesas / įrenginys	Energijos rūšis	Energija (MWh)	Dalys (%)
Tešlos ruošimas (maišyklės)	Elektra	120	7,5
Kepimo krosnys (naudinga šiluma)	Dujos	700	43,8
Kepimo krosnių nuostoliai (dūmai, sienelės)	Dujos	350	21,9
Produkcijos aušinimas	Elektra	80	5,0
Šaldymas ir sandėliavimas	Elektra	120	7,5
Apšvietimas, pagalbiniai poreikiai	Elektra	80	5,0
Kiti šilumos nuostoliai	Dujos	150	9,3
Iš viso		**1 600**	**100 %**

Balanso interpretacija audite:

Naudingai panaudota energija: – kepimo procesui: ~ 700 MWh (44 proc.)

$$p_{\text{kepimas}} = \frac{700}{1600} \times 100\% \approx 44\%$$

Krosnių šilumos nuostoliai: – energijos praradimas krosnių dūmuose ir per konstrukcijas: ~ 500 MWh (31 proc.)

$$p_{\text{nuost}} = \frac{500}{1600} \times 100\% \approx 31\%$$

Elektros energija technologiniams ir pagalbiniams procesams: – 400 MWh (25 proc.)

$$p_{\text{el}} = \frac{400}{1600} \times 100\% = 25\%$$

Išvada: sudarytas energijos sąnaudų balansas rodo, kad kepykloje didžiausia energijos dalis sunaudojama kepimo krosnyse, kurios naudoja apie 44 proc. visos energijos, o reikšmingi nuostoliai susidaro per dūmus ir krosnių konstrukcijas (~31 proc.). Elektros energija pagalbiniams procesams, įskaitant tešlos ruošimą, aušinimą, šaldymą ir apšvietimą, sudaro apie 25 proc. visos energijos sąnaudų. Dalies energijos suvartojimas nėra produktyvus dėl krosnių tuščiosios eigos, neoptimizuotų kepimo režimų ir pagalbinių procesų darbo režimų. Šie duomenys leidžia identifikuoti prioritetines sritis energijos vartojimo efektyvumui didinti.

7.1.3. Energijos sąnaudų balanso pavyzdys – metalo gaminių įmonė

Auditorius, atlikdamas energijos vartojimo auditą metalo gaminių įmonėje, turi sudaryti energijos sąnaudų balansą, apimantį pagrindines energijos sąnaudas ir jų paskirstymą technologiniuose bei pagalbiniuose procesuose per pasirinktą ataskaitinį laikotarpį.

Audito objektas: metalo lakštų lankstymo ir gaminių formavimo įmonė

Vertinimo laikotarpis: 1 metai

Pagrindiniai energijos ištekliai: elektros energija

Metalo lankstinių gaminių įmonėje pagrindinis energijos šaltinis yra elektros energija:

$$E\text{įtek.} = E\text{el.} = 1200\ MWh$$

Energijos sąnaudų išskirstymo procesams ir įrenginiams lentelė:

Procesas / įrenginys	Energijos sąnaudos, MWh/metus	Dalis, %
Lakštų lankstymo staklės	420	35
Lakštų pjovimo įrenginiai	300	25
Suslėgto oro gamyba (kompresoriai)	180	15

Aptarnavimo procesai (apšvietimas, IT, ventiliacija)	200	17
Elektros nuostoliai (tuščioji eiga, perdavimas)	100	8
Iš viso:	1 200	**100**

Bendras elektros energijos kiekis paskirstomas pagrindiniuose technologiniuose ir pagalbiniuose procesuose:

$$E\text{įtek.} = E\text{lankstymas} + E\text{pjovimas} + E\text{kompresoriai} + E\text{pagalbiniai} + E\text{nuostol.}$$

Skaitinė išraiška: $1200\ MWh = 420\ MWh + 300\ MWh + 180\ MWh + 200\ MWh + 100\ MWh$

Išvada: sudarytas energijos sąnaudų balansas rodo, kad metalo gaminių įmonėje didžiausia elektros energijos dalis sunaudojama pagrindiniuose technologiniuose procesuose – lakštų lankstymo ir pjovimo įrenginiuose, kurie kartu sudaro apie 60 proc. visų energijos sąnaudų. Reikšminga energijos dalis taip pat tenka suslėgto oro sistemoms ir aptarnavimo procesams. Nustatyta, kad dalis energijos suvartojama neproduktyviai dėl įrenginių darbo tuščiąja eiga, neoptimizuotų darbo režimų ir elektros nuostolių. Šios aplinkybės sudaro prielaidas tikslingoms energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonėms parinkti ir pagrįsti.

7.2. Pagrindinės energijos ir vandens sąnaudų balansų sudarymo klaidos

Atliekant auditų patikrinimus nustatytos sisteminės klaidos:

- **nepateikiamas elektros energijos balansas** arba jis nepilnas (neišskirtos visos dedamosios, įeitys, išeitys ir nuostoliai);
- **nepateikiami** atskiri ir pilni **šilumos bei kuro energijos balansai pagal Metodikos 42 punkto** reikalavimus (balansai pateikti tik Sankey diagrama), todėl neįvertinamos visos balanso dedamosios ir jų vertės;
- **nepateikiamas** atskiras **transporto kuro energijos balansas pagal Metodikos 42 punkto** reikalavimus (neišskirtos kuro įeitys, išeitys ir dedamosios);
- **nepateikiamas** atskiras **vandens sąnaudų balansas pagal Metodikos 42 punkto** reikalavimus (pateikta tik Sankey diagrama ir neįvertintos visos balanso dedamosios);
- **nepateikiamas žaliavų masės balansas** (pateikta tik Sankey diagrama, neįvertintos ir neišskirtos visos balanso dedamosios, įeitys ir išeitys);
- **elektros energijos balansas Sankey diagramoje nepateikiamas** arba pateikiamas nepilnai (neišskirtos visos dedamosios, įeitys / išeitys / nuostoliai);
- **Sankey diagramoje neišskaidomas energijos** / **vandens paskirstymas** pagrindiniams gamybos proceso įrenginiams.

8. Energijos ir vandens taupymo galimybės ir rekomendacijos



Savikontrolės sąrašo 18 **p.**



Metodikos **67-74 p.**

Auditorius, atlikdamas auditą, turi ne tik nustatyti energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo neefektyvumo priežastis, bet ir pateikti konkrečius, techniškai pagrįstus bei ekonomiškai įvertintus pasiūlymus, skirtus vartojimui ir sąnaudoms mažinti.

Taupymo priemonės turi būti grindžiamos audito metu surinktais faktiniais duomenimis, atliktų matavimų rezultatais, įrenginių ir sistemų techninės būklės bei darbo režimų vertinimu, energijos ir vandens vartojimo analize bei aktualiomis energijos ir vandens kainomis.



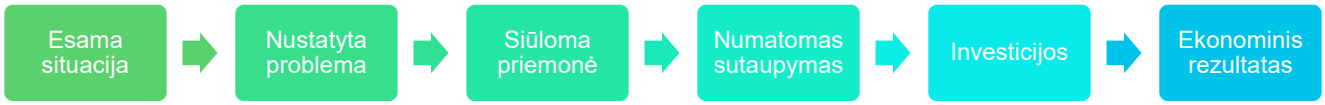
Pasiūlymai turi būti **konkretūs ir įgyvendinami**. Rekomenduojama vengti bendro pobūdžio formuluočių, pavyzdžiui, „optimizuoti įrenginio darbą“. Turi būti aiškiai nurodyta, kokį pakeitimą siūloma atlikti, kokia problema bus pašalinta ir kokio taupymo rezultato tikimasi.

Atliekant auditą, atsižvelgiant į audituojamo objekto veiklą, gali būti vertinamos:

- įrenginių darbo režimų ir valdymo **optimizavimo priemonės**;
- šilumos gamybos, perdavimo ir vartojimo **efektyvumo didinimas**;
- elektros energijos **vartojimo mažinimas**;
- vėdinimo, kondicionavimo, šaldymo ir kitų **inžinerinių sistemų efektyvumo didinimas**;
- siurblių, ventiliatorių, kompresorių ir kitų variklių **sistemų optimizavimas**;
- technologinių **procesų** parametrų **optimizavimas**;
- šilumos **nuostolių mažinimas** ir **atliekinės šilumos panaudojimas**;
- **apšvietimo** sistemų **modernizavimas**;
- energijos **vartojimo apskaitos** ir **stebėsenos gerinimas**;
- vandens vartojimo ir **nuostolių mažinimas**;
- **atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas**;
- kitos konkrečiam objektui **aktualios techninės ir organizacinės priemonės**.

Jeigu nustatoma, kad taupymo potencialui tiksliai įvertinti reikalingi papildomi tyrimai ar matavimai, auditorius turi nurodyti jų poreikį, tikslą ir laukiamą rezultatą.

Pasiūlymas turi būti tiesiogiai susietas su audito metu nustatytais faktais. Ataskaitoje turi būti įmanoma atsekti ryšį:



Paveikslas Nr. 6. Audito metu nustatytų faktų ir siūlomų priemonių sąsaja.

Pagrindinis auditoriaus tikslas – pateikti ne tik galimų taupymo priemonių sąrašą, bet ir aiškų, duomenimis pagrįstą pagrindą sprendimams dėl jų įgyvendinimo.

Energijos ir vandens taupymo priemonių pasiūlymai bei skaičiavimo **rezultatai pateikiami Metodikos 6 priedo lentelėje.**

Auditorius turi apskaičiuoti kiekvienos kiekybiškai vertinamos priemonės numatomą metinį energijos, energijos išteklių ir (ar) vandens sutaupymą. Skaičiavimai turi būti pagrįsti audito metu surinktais duomenimis ir aiškiai nurodytomis prielaidomis.

Kai sutaupymas nustatomas skaičiavimo būdu, auditorius turi nurodyti taikytą metodą ir pagrindines skaičiavimo prielaidas. Naudojamos energijos ir vandens kainos turi būti aktualios audito atlikimo metu.

Investicijų dydis turi būti pagrįstas. Tam gali būti naudojami tiekėjų ar rangovų pasiūlymai, rinkos kainos, analogiškų projektų duomenys, statybos ir montavimo darbų įkainiai ar kiti patikimi šaltiniai. Jeigu tikslios investicijų vertės nustatyti nėra galimybės, turi būti nurodyta, kad pateikta suma yra preliminari.

9. Energijos ir vandens taupymo priemonių ekonominio efektyvumo įvertinimas

Savikontrolės sąrašo **20 p.**

Metodikos **75-80 p.**

Energijos ir vandens taupymo priemonių ekonominis efektyvumas vertinamas atsižvelgiant į priemonės įgyvendinimui reikalingas investicijas, numatomus sutaupymus ir jų atsipirkimą per laiką. Vertinimui taikomi trys pagrindiniai ekonominiai rodikliai: paprastasis atsipirkimo laikas (PAL), grynoji dabartinė vertė (GDV) ir vidinė grąžos norma (VGN).

9.1. Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)

Paprastasis atsipirkimo laikas – tai rodiklis, parodantis, per kiek metų planuojamos investicijos, skirtos energijos ir (ar) vandens taupymo priemonei įgyvendinti, atsiperka iš priemonės sutaupytų lėšų.

Paprastasis atsipirkimo laikas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$PAL = \frac{I}{S}$$

Kur:

- PAL – paprastasis atsipirkimo laikas, metais;
- I – planuojamos investicijos energijos ir šalto vandens taupymo priemonėms įdiegti, Eurais;
- S – planuojami metiniai sutaupymai įdiegus numatytas energijos taupymo priemones, Eurais/metus;

Energijos ir vandens taupymo priemonės suskirstomos į tris grupes:

- A grupė – PAL ≤ 1 metai;
- B grupė – 1 < PAL ≤ 3 metai;
- C grupė – PAL > 3 metai.

9.2. Grynoji dabartinė vertė (GDV)

Grynoji dabartinė vertė – tai diskontuotų būsimų piniginių įplaukų ir investicijų į priemonę skirtumas. Apskaičiuojama vertinimo laikotarpiui, kuris apima taupymo priemonės eksploatavimo laiką.

Šis metodas tiksliau įvertina investicijų naudą per tam tikrą laikotarpį ir atsako į klausimą ar verta investuoti į priemonę, žinant, kiek investicija pinigų atneš ateityje atsižvelgiant į diskonto normą.

GDV įvertinimas **yra atliekamas energijos ir vandens taupymo** priemonėms, kurių paprastasis atsipirkimo laikas (PAL) yra didesnis nei 3 metai**.**

Grynoji dabartinė vertė apskaičiuojama pagal formulę:

$$GDV = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+k)^1} + \ldots + \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$

Kur:

- GDV – grynoji dabartinė vertė;
- CF – pinigų srautas atitinkamais metais, įskaitant pradinės investicijos dydį;
- k – diskonto norma, proc.;
- t – atsipirkimo laikotarpio metai.

Jeigu:

- GDV > 0 – priemonė tinkama (ekonomiškai naudinga);
- GDV = 0 – priemonė tinkama (verta apsvarstyti priemonės diegimą palyginant su kitomis alternatyvomis);
- GDV < 0 – priemonė atmetama (ekonomiškai nenaudinga).

9.2.1. Grynoji dabartinė vertės skaičiavimo pavyzdys

Įmonė investuoja į elektros variklių atnaujinimą, efektyvesniais varikliais. Investicijos vertė 50 000 Eur. Įvertinus energijos sutaupymą nustatyta, kad priemonė leistų sutaupyti 2 000 Eur išlaidų elektros energijai per metus.

Investicija, Eur	50 000
Diskonto norma, proc.	5
Priemonės gyvavimo laikotarpis, metais	20
Sutaupoma suma (pinigų srautas), Eur / metus	4 500

GDV apskaičiuojamas pagal formulę:

$$GDV = -50\,000 + \frac{4\,500}{(1+0{,}05)^1} + \ldots + \frac{4\,500}{(1+0{,}05)^{20}} = 6\,079$$

Jei pinigų srautas nesikeičia grynąją dabartinę vertę galima apskaičiuoti taip:

$$GDV = -50\,000 + 4\,500 \times \frac{1-(1+0{,}05)^{-20}}{0{,}05} = 6\,079$$

Nustatyta GDV – 6 079 Eur. Jei GDV daugiau nei 0 priemonė yra ekonomiškai naudinga, todėl verta investuoti.

Norint apskaičiuoti grynąją dabartinę vertę **rekomenduojama naudoti „Microsoft Excel“ programą**, kuri turi specialią funkciją šiam skaičiavimui atlikti NPV(), funkcijos naudojimas plačiau aprašytas Microsoft interneto svetainėje. Svarbu atkreipti dėmesį, kad NPV() funkcija neįtraukia investicijų dydžio, todėl **iš apskaičiuotos NPV() sumos reikalinga atimti investicijų dydį** norint gauti teisingą GDV reikšmę.

9.3. Vidinė grąžos norma (VGN)

Vidinė grąžos norma (VGN) – tai diskonto norma, kuriai esant taupymo priemonės ar investicinio projekto grynoji dabartinė vertė (GDV) tampa lygi nuliui. Kitaip tariant, VGN parodo kokia gali būti maksimali diskonto norma, kad GDV būtų lygi 0.

VGN **įvertinimas yra atliekamas energijos ir vandens taupymo** priemonėms, kurių paprastasis atsipirkimo laikas (PAL) yra didesnis nei 3 metai.

Vidinė grąžos norma apskaičiuojama pagal formulę:

$$GDV = 0 = \frac{CF_0}{(1+VGN)^0} + \frac{CF_1}{(1+VGN)^1} + \ldots + \frac{CF_t}{(1+VGN)^t}$$

Kur:

- VGN – vidinės grąžos norma;
- CF – pinigų srautas atitinkamais metais, įskaitant pradinės investicijos dydį;
- t – atsipirkimo laikotarpio metai.

Jeigu:

- VGN > diskonto norma, priemonė tinkama (ekonomiškai naudinga);
- VGN = diskonto norma, priemonė atmetama (verta apsvarstyti kitas alternatyvas);

- VGN < diskonto norma, priemonė atmetama (ekonomiškai nenaudinga).



Norint apskaičiuoti vidinę grąžos normą **rekomenduojama naudoti „Microsoft Excel“ programą**, kuri turi specialią funkciją šiam skaičiavimui atlikti IRR(), funkcijos naudojimas plačiau aprašytas Microsoft interneto svetainėje.

Pagal aukščiau pateiktą pavyzdį, taikant IRR() funkciją, apskaičiuota vidinė grąžos norma yra 6,39 proc. VGN (6,39 proc.) daugiau nei pavyzdyje nustatyta diskonto norma (5 proc.), todėl investicija į priemonę yra patraukli ir ekonomiškai naudinga.

9.4. Pagrindinės energijos ir vandens taupymo priemonių ekonominio efektyvumo įvertinimo klaidos

Atliekant auditų patikrinimus nustatytos sisteminės problemos, susijusios su energijos ir vandens taupymo priemonių ekonominio efektyvumo vertinimu. Pagrindinės pasitaikančios klaidos:

- nustatyta, kad paprastasis atsipirkimo laikas **(PAL) apskaičiuojamas ne visoms taupymo priemonėms**. Dėl to nėra galimybės vienodais kriterijais įvertinti audito metu pasiūlytų priemonių ekonominio efektyvumo ir tinkamai jas palyginti;
- grynosios dabartinės vertės **(GDV) skaičiavimai nepateikiami arba pateikiami tik daliai taupymo priemonių**, kurioms toks vertinimas turėtų būti atliekamas. Tokiais atvejais nėra pakankamai įvertinama investicijos ekonominė nauda per visą priemonės gyvavimo laikotarpį, atsižvelgiant į pinigų vertės kitimą laike;
- vidinės grąžos normos **(VGN) skaičiavimai nepateikiami arba pateikiami tik daliai taupymo priemonių**, kurioms toks vertinimas turėtų būti atliekamas. Nepateikus VGN, nėra galimybės visapusiškai įvertinti investicijos grąžos ir palyginti jos su taikoma diskonto norma.

10. Šaltiniai

1. Lietuvos Respublikos energijos vartojimo efektyvumo didinimo įstatymas. Nuoroda.
2. Energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2010 m. gegužės 10 d. įsakymu Nr. 1-141. Nuoroda.
3. Įmonių pareigų įgyvendinant energijos naudojimo vadybos sistemą arba energijos vartojimo auditą bei šių pareigų laikymosi priežiūros ir energijos vartojimo audito atlikimo kokybės priežiūros tvarkos aprašas, patvirtintas Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2017 m. vasario 22 d. įsakymu Nr. 1-46. Nuoroda.
4. Energijos vartojimo audito pramonės įmonėse vadovas, parengtas įgyvendinant PHARE projektą LT01.04.01 „Energijos efektyvumo pramonėje gerinimas”. Nuoroda.
5. Energijos vartojimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose auditas. Rūta Banelienė, Artūras Kilikevičius, Audrius Dzikevičius, Sergejus Borodinas, Rasa Džiugaitė-Tumėnienė, Tadas Janušauskas Arūnas Jankevičius, Dalia Lukošienė, Artur Rogoža.

11. Priedas Nr. 1. Atlikto audito ataskaitos atitikties savikontrolės sąrašas

LEA, vykdydama energijos vartojimo auditų kokybės priežiūrą, auditų vertinimui naudoja Atlikto energijos vartojimo audito įmonės įrenginiuose ir technologiniuose procesuose ataskaitos atitikties patikrinimo lapą. Jame pateikti pagrindiniai Metodikos reikalavimai ir vertinimo kriterijai, pagal kuriuos nustatoma audito ataskaitos atitiktis teisės aktų ir metodikos nuostatoms.

Nors patikrinimo lapas pirmiausia skirtas LEA atliekamoms auditų patikroms, auditoriams rekomenduojama juo naudotis ir atliekant vidinę audito ataskaitos peržiūrą prieš ją pateikiant užsakovui ir LEA. Tai padeda užtikrinti audito kokybę, išsamumą ir atitiktį Metodikos reikalavimams.

Eil. Nr.	Audito atlikimo įrenginiuose ir technologiniams procesams pagrindiniai etapai	Metodikos (M) punktai	Informacijos pateikimo statusas audito ataskaitoje		
			Pateikta	Iš dalies	Nėra
1.	**Bendra informacija apie įmonę (Metodikos 1 priedo lentelė).**	**M: 9**			
1.1.	Įmonės energijos, vandens, pagrindinių žaliavų sąnaudas ir išlaidas patvirtinanti objekto atstovo pasirašyta pažyma.	M: 10.5			
2.	Duomenys apie įmonės energijos, vandens sąnaudas (Metodikos 2 priedo lentelė).	M: 10.1–10.2			
3.	Duomenys apie įmonės energijos, vandens išlaidas (Metodikos 3 priedo lentelė).	M: 10.1–10.2			
4.	Technologinio proceso srauto diagrama.	M: 15 ir VI skyrius			
5.	Pagrindinių gamybos procesų grandžių veikimo aprašymas.	M: 15 ir VI skyrius			
6.	**Technologiniai procesai:**	**M: 12**			
6.1.	Žaliavos (Metodikos 4 ir 5 priedo lentelės).	M: 10.4; 12.1			
6.2.	Pagrindiniai produkcijos gamybos technologiniai įrenginiai.	M: 12.2			
6.3.	Pagrindinių produkcijos gamybos technologinių įrenginių techninės charakteristikos.	M: 12.3			
6.4.	*Technologinių įrenginių sąnaudos:*	*M: 12.4*			
6.4.1.	*technologinių įrenginių elektros sąnaudos;*	*M: 12.4*			
6.4.2.	*technologinių įrenginių šiluminės energijos sąnaudos;*	*M: 12.4*			

6.4.3.	*technologinių įrenginių kuro sąnaudos;*	*M: 12.4*			
6.4.4.	*technologinių įrenginių vandens sąnaudos.*	*M: 12.4*			
6.5.	Technologinių procesų įrenginių našumas.	M: 12.5; 30; 32–34			
7.	**Pagalbiniai procesai:**	**M: 18**			
7.1.	Pagalbinių procesų sąrašas.	M: 18			
7.2.	Technologinėse energetinėse inžinerinėse sistemose ***generuojamos, tiekiamos*** energijos ir energijos nešėjų kiekiai ir jų charakteristikos.	M: 18.1			
7.3.	Pagrindiniai technologinių energetinių inžinerinių sistemų įrenginiai ir jų techninės charakteristikos.	M: 18.2			
7.4.	*Sąnaudos technologinėse energetinėse inžinerinėse sistemose:*	*M: 18.3*			
7.4.1.	*elektros sąnaudos technologinėse energetinėse inžinerinėse sistemose;*	*M: 18.3*			
7.4.2.	*šiluminės energijos sąnaudos technologinėse energetinėse inžinerinėse sistemose;*	*M: 18.3*			
7.4.3.	*kuro sąnaudos technologinėse energetinėse inžinerinėse sistemose;*	*M: 18.3*			
7.4.4.	*vandens sąnaudos technologinėse energetinėse inžinerinėse sistemose.*	*M: 18.3*			
7.5.	Technologinių energetinių inžinerinių sistemų energijos ir vandens vartojimo efektyvumo įvertinimas.	M: 18.4			
8.	**Aptarnavimo procesai:**	**M: 19**			
8.1.	Aptarnavimo procesų sąrašas ir paskirtis.	M: 19.1			
8.2.	Pagrindiniai aptarnavimo procesų įrenginiai ir jų techninės charakteristikos.	M: 19.2–19.3			
8.3.	*Aptarnavimo proceso sąnaudos:*	*M: 19.4*			
8.3.1.	*proceso elektros sąnaudos;*	*M: 19.4*			
8.3.2.	*proceso šiluminės energijos sąnaudos;*	*M: 19.4*			
8.3.3.	*proceso kuro sąnaudos;*	*M: 19.4*			
8.3.4.	*proceso vandens sąnaudos.*	*M: 19.4*			
8.4.	Aptarnavimo procesų energijos ir vandens vartojimo efektyvumo įvertinimas.	M: 19.5			
9.	Energijos rūšių ir vandens sąnaudų išskirstymas vienodos paskirties įrenginių vartotojų grupėms.	M: 21–22			
10.	**Technologinio proceso įrenginių našumo tyrimai:**	**M: VII skyrius**			

10.1.	Technologinių įrenginių energijos nuostolių analizė.	M: 35			
10.2.	Pasiūlymai dėl energijos ir vandens nuostolių sumažinimo.	M: 37			
11.	**Energijos ir vandens sąnaudų balansai:**	**M: VIII skyrius**			
11.1.	Elektros energijos balansas.	M: 39; 42–43			
11.2.	Šilumos ir kuro balansas.	M: 39; 42–43			
11.3.	Transporto kuro energijos balansas.	M: 39; 42–43			
11.4.	Kitų energijos formų balansas.	M: 39; 42–43			
11.5.	Vandens sąnaudų balansas.	M: 39; 42–43			
12.	Žaliavų masės balansas.	M: 49–51			
13.	Gamybos procesui patiektos energijos ir vandens sąnaudų išskirstymas gamybos proceso įrenginiams.	M: 56			
14.	Daugiausiai energijos vartojančių įrenginių nustatymas.	M: 57			
15.	Daugiausiai energijos vartojantiems įrenginiams papildomi tyrimai energijos ir vandens nuostolių nustatymui.	M: 57			
16.	Technologinių energetinių inžinerinių sistemų energijos ir vandens nuostoliai.	M: 59			
17.	Įmonės, atskirų gamybos padalinių, technologinio proceso energijos ir vandens faktinių sąnaudų ir išlaidų rezultatų suvestinės.	M: 61			
18.	Energijos ir vandens taupymo priemonių pasiūlymai bei skaičiavimo rezultatai (Metodikos 6 priedo lentelė).	M: 73			
19.	**Taupymo priemonių ekonominio efektyvumo rodikliai:**	**M: 75**			
19.1.	Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL).	M: 76			
19.2.	Grynoji dabartinė vertė (GDV).	M: 77; 80			
19.3.	Vidinė grąžos norma (VGN).	M: 77; 80			
20.	**Energetinių parametrų nustatymas:**	**M: XIV skyrius**			
20.1.	Vykdant energetinių parametrų matavimus (užpildant Metodikos 7 priedo lentelę).	M: 81.1 ir 87			
20.2.	Pasinaudojant kitų fizinių ar juridinių asmenų atliktais matavimo rezultatais (matavimų aktų, protokolų, grafikų kopijos).	M: 81.2			

20.3.	Energetinių parametrų matavimų rezultatai grafikų ar lentelių pavidalu pridėti prie audito ataskaitos. Atlikta gautų energetinių parametrų matavimo rezultatų analizė.	M: 83; 88			