



# CEMIVET

CEMIVET WP4 (IO4)

Mokymo kursas

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



## CEMIVET WP4 (IO4)

### Mokymo kursas

#### **1 KURSAS. ŽIEDINĖS EKONOMIKOS PRINCIPAI IR TVARUMAS SUVIRINIME - KAS TAI YRA IR KODĖL TAI SVARBU?**

##### **Kurso apimtis ir mokymosi rezultatai**

**Šio kurso tikslas** - supažindinti su žiedinės ekonomikos principais ir paaiškinti šių principų svarbą suvirinimo darbo procesams.

##### **Baigę šį kursą, besimokantieji gebės:**

- Apibrėžti žiedinės ekonomikos sąvoką ir atpažinti pagrindinius jos principus.
- Paaiškinti žiedinės ekonomikos principų svarbą metalo apdirbimo sektoriaus, ypač metalų suvirinimo, plėtrai.
- Paaiškinti suvirinimo procesų poveikį aplinkai ir suvirinimo poveikį žaliavų vartojimui.
- Įvertinti žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimo galimybes suvirinimo darbo procesuose.

##### **Tikslinė auditorija**

**Profesijos mokytojai ir meistrai, suvirinimo specialistai.**

##### **Mokomoji medžiaga**

##### **1 tema. Kas yra žiedinė ekonomika?**

Žiedinę ekonomiką galima apibrėžti kaip ekonominę sistemą, kuria siekiama pašalinti arba bent jau sumažinti ekonominių ir gamybos procesų atliekas, pakartotinai naudojant, perdirbant įvairius gaminius ir pratęsiant jų tarnavimo laiką. Žiedine ekonomika siekiama keletu pagrindinių globalių tikslų, pradedant aplinkos apsauga ir gyvūnijos ir augalijos įvairovės (kurios išlikimui kelia grėsmę perteklinis vartojimas) palaikymu ir baigiant realiu neatsinaujinančių žaliavų naudojimo racionalizavimu, taip užkertant kelią greitam jų išsekimui ir pašalinant jų gamybos daromą žalą aplinkai.

**Daugiau informacijos rasite** "Erasmus+" projekto "CEMIVET" parengtame informaciniame biuletenyje: <http://cemivet.eu/circular-economy-factsheets/>.

**2 tema.** *Kodėl žiedinė ekonomika svarbi metalo apdirbimui ir suvirinimui? Kokius šio sektoriaus ir veiklos srities iššūkius / problemas ji gali padėti išspręsti?*

Suvirinimas yra vienas iš svarbiausių šiuolaikinės metalo apdirbimo ir inžinerijos pramonės technologinių procesų, atsižvelgiant į gamybos apimtį, taikymo pramonėje mastą ir daugelį kitų veiksnių. Kartu suvirinimas ir susiję technologiniai procesai "sunaudoja" labai didelę dalį išsekusiu medžiagų (pvz., metalų) ir išskiria labai didelius kiekius atliekų ir teršalų. Todėl žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimas ir laikymasis suvirinimo darbo procesuose gali padėti išspręsti keletą globalių problemų:

- 1) užkirsti kelią greitam ir greitam turimų žaliavų ir kitų išteklių (pvz., geležies rūdos) išsekimui;
- 2) sumažinti didelį neigiamą metalų ir kitų suvirinimui skirtų žaliavų ir eksploatacinių medžiagų gamybos poveikį aplinkai;
- 3) sumažinti neigiamą suvirinimo pramonės šakų ir procesų poveikį aplinkai ir žmonėms.

**Daugiau informacijos rasite** "Erasmus+" projekto "CEMIVET" parengtame informaciniame biuletenyje čia: <http://cemivet.eu/circular-economy-factsheets/>.

**3 tema.** *Kaip galime pakeisti / pakoreguoti suvirinimo procesus ir operacijas, kad būtų laikomasi žiedinės ekonomikos principų?*

Laikantis žiedinės ekonomikos principų reikia iš esmės peržiūrėti esamus suvirinimo darbo procesus, pradedant suvirintų gaminių projektavimu, gamybos proceso planavimu ir organizavimu, suvirinimo technologijų ir medžiagų tiekimu ir naudojimu, visų suvirinimo operacijų vykdymu ir kokybės užtikrinimu.

Be to, reikia intensyvaus ir bendro suvirintų metalo gaminių konstruktorių, gamybos inžinierių ir suvirinimo operatorių bendravimo.

Galima išskirti įvairias darbo organizavimo problemas ar trūkumus, kurie prisideda prie didėjančios taršos, medžiagų ir eksploatacinių medžiagų naudojimo, taip pat atliekų didėjimo suvirinimo procese:

1. Tarpusavio komunikacijos problemos - nepavyksta nustatyti aiškių suvirinimo proceso tikslų ir aiškaus darbo plano - klientas, gaminių konstruktorius ir suvirintojas turi prisiimti bendrą atsakomybę, kad suprastų ir teisingai įgyvendintų užsakymą.

Trūksta skaidraus ir nuolatinio bendradarbiavimo tarp technologinių padalinių (suvirinimo inžinierių, technologų), patyrusių suvirintojų ir suvirinimo operatorių. Trūksta keitimosi informacija tarp rinkodaros padalinių, kurie žino kliento reikalavimus ir aplinkos pageidavimus, ir suvirinimo gamybinių padalinių, kurie daugiausiai dėmesio skiria gaminio kokybei. Ko kas nėra išspręsta, kokia apimtimi ir kaip galima keisti informacija šioje srityje.

2. Suvirintojų koncentracijos ir noro keisti darbo procesą trūkumas, nepakankama motyvacija atliekant darbą ir panašios problemos yra būdingos individualizuotiems gamybos procesams, kur itin reiškiasi darbo krūvio ir apimčių skirtumai, reikalingi standartiniams ir specialiai suprojektuotiems gaminiams pagaminti (klasikinei važiuoklei pagaminti gali prireikti 8 valandų, specialios konstrukcijos - iki 3 savaičių). Individualizuotos gamybos atveju klientai dažnai reikalauja pakeitimų ir korekcijų, o naujų parametrų įvedimas suvirinimo procese gali sukelti nepageidaujamų padarinių, kurių valdymas ir gebėjimų valdyti įgyjimas gali pareikalauti didesnių laiko sąnaudų ir neigiamai veikti gamybos apimtis.

3. Problemos, kylančios dėl potencialiai galinčių atsirasti medžiagų defektų, kuriuos turi kontroliuoti pirkimų ir kokybės kontrolės skyriai.

4. Procesų kokybės užtikrinimas pradiname robotizacijos diegimo etape, suvirinimo operatorių (kai trūksta suvirintojų) įdarbinimas robotams valdyti gali lemti didesnes medžiagų ir energijos sąnaudas šių technologijų diegimo etapo metu. Vis dėlto dėl priežiūros ir proceso kontrolės, kuriai vadovauja patyrę suvirintojai padidėja gamybos efektyvumas ir pagerėja kokybė.

**4 tema.** *Kokie suvirintojų ir suvirinimo operatorių įgūdžiai, gebėjimai ir nuostatos reikalingi žiedinės ekonomikos principams įgyvendinti?*

Pagal "Erasmus+" projektą CEMIVET parengtas kompetencijų aprašas, atskleidžiantis suvirinimo specialistų įgūdžius, gebėjimus ir nuostatas, reikalingus žiedinės ekonomikos principams įgyvendinti: <http://cemivet.eu/circular-economy-competences/>.

Pagal "Erasmus+" projektą CEMIVET parengtas informacinis biuletenis, kuriame pateikiamos rekomendacijos dėl suvirintojų profesinio mokymo programų turinio, kuriame nurodomos kompetencijos, reikalingos žiedinės ekonomikos principams įgyvendinti darbo procesuose. Su ja susipažinti galite čia: <http://cemivet.eu/circular-economy-factsheets/>.

Yra ir kitų "Erasmus+" projektų, kuriuose parengtos suvirintojų profesinio mokymo programos ir mokymo medžiaga, į kurią įtrauktos kompetencijos ir mokymosi rezultatai, susiję su darbo procesų tvarumu.

Programos "Erasmus+" projekte "Sveikatos, saugos ir aplinkosaugos mokymo programų, susijusių su suvirinimo technologijomis, rengimas" pateikiama keletas susijusių rezultatų. Ypatingą dėmesį reikėtų atkreipti į kompetencijų lentelę, pateiktą dokumente "O1 Suderinta mokymo programa DSS įgyvendinimui suvirinimo srityje" (36 psl.), į kurią įtrauktos kompetencijos, susijusios su sveikata, sauga ir aplinkos apsauga:

<https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2016-1-BE02-KA202-017322#!>

"Erasmus+" projekte "EU weld" parengta išsami mokymo programa, kurioje pateikiami bendrieji suvirinimo aspektai (medžiagos, naudojamos lydymajame suvirinime, medžiagų suvirinamumas ir terminis apdorojimas, suvirinimo kokybės užtikrinimas ir kvalifikacija, specialios suvirinimo procesų sveikatos ir saugos reikalavimai), taip pat lydomojo suvirinimo procesų pagrindai (suvirinimas deguonimi, rankinis metalo lankinis suvirinimas - TIG suvirinimas, dujinis metalo lankinis suvirinimas GMAW, suvirinimas panardintu lanku, suvirinimas lazeriu, suvirinimas elektronų pluoštu, suvirinimas plazma).

<http://www.camis.pub.ro/euweldlms/>

Projekte MAKE IT iš naujo apibrėžiama "Europos suvirintojo specialisto" profesinė kvalifikacija, kurioje pateikiama informacija apie kompetencijas, susijusias su įvairiais suvirinimo procesais, įskaitant kompetencijas, susijusias su tvariu darbo atlikimu. Šiuo projektu taip pat buvo sukurta Europos sektorinė kvalifikacijų sistema, grindžiama mokymosi rezultatais. Taip pat yra parengta Europos lygmeniu suderinta ankstesnio mokymosi pripažinimo (RPL) suvirinimo sektoriuje schema, kuri gali būti naudinga priemonė rengiant ir įgyvendinant mokymo modulius, susijusius su žiedinės ekonomikos principų taikymu suvirinime. Šio projekto medžiagą galite rasti čia: MAKE-IT (makeitproject.eu).

"Erasmus+" projekte "WeldChance" parengtos inovatyvių profesinio mokymo programų rengimo ir mokymo procesų suvirinimo srityje organizavimo gairės: manual\_VWTS\_final.pdf (struka.hr)

### **Savarankiško mokymosi užduotys**

Aptarkite suvirinimo procesus, su kuriais dirbate arba kurių mokotės, atsakydami į šiuos klausimus:

1) Kokie žiedinės ekonomikos principai yra ypač aktualūs ir svarbūs šiems suvirinimo procesams? Kodėl?

2) Ką būtina padaryti, kad šis suvirinimo procesas taptų "žalesnis" (draugiškesnis aplinkai) ir efektyvesnis taupant medžiagų, eksploatacinių medžiagų ir energijos sąnaudas?

3) Kaip jūs asmeniškai prisidedate prie ekologiškesnio ir tvaresnio darbo savo darbo ir praktinio mokymosi vietoje? Su kokiais iššūkiais ir problemomis susiduriate tai darydami?

4) Paieškokite ir suraskite duomenų apie jūsų taikomo suvirinimo proceso / procesų neigiamą poveikį aplinkai. Išanalizuokite savo rastų rodiklių kaitą per bet kurį laikotarpį ir padarykite išvadas.

### **Savarankiškas mokymosi rezultatų vertinimas**

Atsakykite į šiuos klausimus raštu:

1) Kas yra žiedinė ekonomika?

2) Kokie žiedinės ekonomikos principai svarbūs suvirinimui? Kodėl?

3) Kaip žiedinės ekonomikos principų laikymasis suvirinimo srityje gali padėti sumažinti įmonių sąnaudas?

4) Koks yra didžiausias neigiamas suvirinimo poveikis aplinkai?

5) Kokios žaliavos sunaudojamos ir išseikvojamos suvirinimo procesuose?

6) Kokie veiksniai skatina ir trukdo įgyvendinti žiedinės ekonomikos principus suvirinimo procesuose?

## 2 KURSAS. Išmanus, žiedinis ir aplinkai nekenksmingas medžiagų ir eksploatacinių medžiagų naudojimas suvirinimo procese.

### Kurso apimtis ir mokymosi rezultatai

**Šio kurso tikslas** - supažindinti su tvaraus medžiagų ir eksploatacinių medžiagų naudojimo suvirinimo praktikoje instrukcijomis ir pasiūlymais.

### Baigę šį kursą mokiniai gebės:

- Taikyti tausojančio pagrindinių ir eksploatacinių medžiagų naudojimo principus suvirinimo darbo procesuose.
- Pašalinti / optimizuoti procedūras ir procesus, dėl kurių didėja atliekų kiekis.

### Tikslinė auditorija

Profesijos mokytojai ir meistrai, profesinio mokymo mokiniai, suvirintojai (EKS 4 lygis).

### Mokomoji medžiaga

**1 tema.** *Kaip suvirinimo procesuose susidaro pagrindinių medžiagų likučiai, atliekos ir teršalai? Kokie yra svarbiausi jų šaltiniai?*

Suvirinimo procesų metu susidaro įvairūs pagrindinių medžiagų likučiai ir atliekos, įskaitant dujas, suvirintų metalinių medžiagų likučius, suvirinimo medžiagų (vielos ir elektrodų) likučius, pakavimo medžiagų likučius ir kt. Čia išsamiau aptarsime kai kurių iš šių likučių ir atliekų, kurios daro didžiausią neigiamą poveikį aplinkai ir žmonėms, susidarymą ir poveikį.

**Suvirinimo procese taip pat išskiriamos suvirinimo dujos ir dūmai.** Pavyzdžiui, Nakhla, Shen, Benthea savo straipsnyje (2012) teigia, kad labai populiarus plieno suvirinimas MAG suvirinimo būdu sukuria vieną didžiausių suvirinimo dūmų emisijos rodiklių. MAG suvirinimas leidžia reguliuoti skirtingo dydžio suvirinimo lankus suvirinamiems metalams pagal lakštų storį.

Aktyviųjų dujų naudojimas yra vienas iš pagrindinių veiksnių, lemiančių MAG suvirinimo įtaką suvirintojų sąlyčiai su pavojingomis medžiagomis - dujomis ir dūmais. MAG suvirinimo metu inertinių dujų anglies dioksido cheminės sudėties pasikeitimas į anglies monoksidą padidina šių pavojingų ir kenksmingų dujų poveikį suvirintojams ir aplinkai. Dirbant su aktyviųjų dujų procesais taip pat susidaro daug suvirinimo dūmų (daugiausia geležies oksidų), ypač MAGC

suvirinant nelegiruotą ir mažai legiruotą plieną, kurie susidaro termiškai skylant anglies dioksidui, kuris naudojamas kaip inertinės dujos.

MAGM suvirinant nelegiruotą arba mažai legiruotą plieną taip pat susidaro CO, kai mišriose dujose yra anglies dioksido. MAGM suvirinant chromo-nikelio plieną, susidaro dūmai, kurių pagrindą sudaro nikelio oksidas. MAG suvirinant vieliniais elektrodais su kiauřymėmis susidaro didesnis suvirinimo dūmų kiekis, palyginti su suvirinimu kietaisiais vieliniais elektrodais, taip pat didinant suvirinimo lanko intensyvumą ir didinant vielos padavimo greitį.

Anglies monoksido susidarymas taip pat sukelia anglies monoksido koncentracijos darbo aplinkoje pavojų, kuris kelia pavojų tokioje aplinkoje dirbančių žmonių sveikatai ir net gyvybei. Kitos toksiškos medžiagos, pavyzdžiui, mangano oksidas, kuris susidaro MAGM suvirinant chromo-nikelio plieną kieta viela, didelėmis koncentracijomis dirgina kvėpavimo takus ir gali pakenkti nervų sistemai, tame pačiame suvirinimo procese susidarantis nikelio oksidas gali sukelti vėžį, kai MAGM suvirinimui chromo-nikelio plienui suvirinti naudojant vielos elektrodą su gyslomis naudojami chromo VI junginiai. Kad šios pavojingos dujos ir dūmai nepatektų į aplinkos orą, būtina naudoti efektyviai veikiančius dūmų ištraukimo įrenginius ir filtravimo sistemas.

Platus apsauginių dujų naudojimas taip pat daro neigiamą poveikį aplinkai ir sukelia papildomų išlaidų įmonėms, įskaitant didelių kiekių suvirinimui naudojamų pramoninių dujų transportavimo poveikį aplinkai ir išlaidas. Šioms problemoms spręsti taikomi tam tikri praktiniai veiksmai, pavyzdžiui, suvirinimo regulatoriai, kurie sumažina sunaudojamų dujų kiekį, išlaikydami suvirinimo srities prisotinimą mažesniu dujų srautu. Be to, šių dujų transportavimas daro didelį poveikį aplinkai. Kriogeniniai procesai, skirti CO<sub>2</sub> ir argonui suskystinti, sunaudoja daug elektros energijos ir išskiria daug teršalų.

#### **Daugiau informacijos:**

Hany Nakhla, Dr. Ji Y. Shen, & Mr Malcom Bethea 2012 m,

<https://cdn.ymaws.com/www.atmae.org/resource/resmgr/Articles/Nakhla-Environmental-Impacts.pdf>

Golbabaei, F., & Khadem, M. (2015). Oro tarša suvirinimo procesuose - vertinimas ir kontrolės metodai. In (Ed.), Current Air Quality Issues (Aktualūs oro kokybės klausimai). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/59793>

**2 tema.** Kokios atliekos ir teršalai susidaro suvirinimo procesuose? Kokias atliekas galima pakartotinai panaudoti ir perdirbti?

Pagrindiniai atliekamo suvirinimo proceso išmetami teršalai ir (arba) taršos šaltiniai į darbo vietas aplinką (oro, vandens, dirvožemio ir kt. tarša) yra šie:



Pramoninės dujos, aerosoliai ir dulkės, susidarantių suvirinimo proceso metu: argono dujos, kai suvirinama TIG metodu, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub> PM<sub>2,5</sub> ir PM<sub>10</sub> dulkių suspensija, bendros dulkės su išskirtais junginiais MnO<sub>2</sub>, FeO<sub>y</sub>, CuO<sub>2</sub>, NiO<sub>2</sub>, chromo dalelės suvirinant austenitinį plieną, azoto rūgšties garai, susidarantys chemiškai ėsdinant suvirinimo siūles, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, kai suvirinamas aliuminis.

Taip pat į aplinką patenka UV spinduliuotė, dulkės, triukšmas, ypač plazminio arba dujinio pjaustymo stotyse, suvirinimo dūmai, aktyviosios dujos su metalais MAG suvirinimo atveju, atliekos po chemiškai išvalytų ėsdinimo proceso nuotekų valymo (neutralizuotas dumblas su koaguluotomis sunkiųjų metalų dalelėmis ir šlifavimo atliekomis). Pjaustymas vandens srove taip pat sukelia vandens taršą ir didelius naudojamo abrazyvo kiekius.

Darbo vietoje taip pat susidaro atliekų, kurias galima suskirstyti į dvi grupes:

-**Nepavojingos atliekos:** metalo laužas, geležies laužas, pakavimo popierius ir (arba) kartonas, mediena, 1 tipo pramoninės atliekos, metalo likučiai, šlifavimo atliekos, dulkės, elektrodų strypai ir suvirinimo strypų dangteliai, suvirinimo viela, volframo suvirinimo adatos, apsauginiai drabužiai, suvirinimo aparatų atsarginės dalys, šlifavimo diskai ir kiti šlifavimo įrankiai.

-**Pavojingos atliekos:** alyvos atliekos, pakuotės, kuriose buvo alyvos ir tepalai, skudurai arba medžiagos, įmirkytos tepalais, EEJA, panaudoti akumuliatoriai, suvirinimo aparatų atsarginės dalys.

Tam tikros emisijos susidaro parengiamajame etape, atliekant suvirintus sujungimus, kokybės kontrolę ir paviršiaus apdailą:

- Parengiamojo proceso atliekos arba išpjovimo likučiai (dažniausiai tvarkomi kaip rūšiuotas laužas, priklausomai nuo formos ir matmenų, taip pat naudojami antrinei gamybai, pvz., tvoroms); triukšmas, kibirkštys, šlakai, šlifavimo dulkės, tirpikliai.

- Šlifavimo ir valymo proceso dulkės ir drožlės surenkamos ištraukimo įrenginiais ir filtrais, o vėliau perduodamos utilizuoti specializuotoms įmonėms.

- Suvirinimo etapo emisijos: dūmai, šviesa, atliekos, šlakas, išmetimai; dūmai filtruojami filtrais su valymo maišeliais, kurie atskiriami suslėgtu oru, dulkės šalinamos; ištraukimo įrenginius reguliariai tikrina jų tiekėjai ir prireikus jie pakeičiami.

Po suvirinimo apdorojimo išmetami teršalai: šlifavimo ir poliravimo medžiagų likučiai, terminio apdirbimo krosnies išmetami teršalai, smėlio ir metalo šlavimo likučiai, paviršiaus ėsdinimo ir pasyvacijos medžiagos, dažymo linijų likučiai.

Vykstant suvirinimo procesams ir operacijoms taip pat lieka daug plastiko, kartono ir medienos atliekų - įvairių rūšių pakuočių, pažeistų padėklų, alyvos ir eksploatacinių medžiagų (kurias surenka išorės įmonės); kartonas naudojamas kaip užpildas ir apsauginė medžiaga pakuojant savo gaminius.

**3 tema.** *Kaip tvarkyti suvirinimo procesų metu susidarančius likučius ir atliekas (atskyrimas, rūšiavimas, surinkimas, pakartotinis naudojimas)?*

Gali būti taikomos įvairios darbo vietoje susidarančių atliekų surinkimo ir perdirbimo procedūros:

- įmonėje įdiegta atliekų tvarkymo sistema, pagal kurią konkreitiems asmenims deleguojama atsakomybė už gamybos metu susidarančių atliekų surinkimą ir rūšiavimą, taikomi atliekų registrai (pakuočių atliekų ir cheminių medžiagų valstybiniai aplinkosaugos registrai)
- atliekos šalinamos pagal nustatytą tvarką, naudojamosi specializuotų atliekų surinkimo įmonių paslaugomis, padedančiomis utilizuoti pavojingus teršalus iš filtrų
- bendrosios atliekų tvarkymo procedūros, kontroliuojami vidaus įrašai su informacija apie atliekų tvarkymą, aplinkosaugos vadovai
- darbo operacijų eiliškumo procedūros: išpjaunama, tada nuvaloma, lenkiama, suvirinama
- įvairių rūšių pagrindinių ir eksploatacinių medžiagų surinkimo procedūros: plienas CR17, magnetinis plienas, nerūdijantis plienas; surinkimo konteineriai skirtingoms medžiagų rūšims
- CNC staklių programavimas dirbti ekonominiais režimais
- dulkės filtruojamos išsiurbimo būdu ir tinkamai šalinamos, šlifavimo dulkės surenkamos vietoje (maišant įprastus nešvarumus) ir profesionaliai šalinamos; tai susiję su dulkių ir metalų emisijos kiekio apskaičiavimu, taip pat su aplinkosaugos mokesčiais ir atliekų, įskaitant laužą, surinkimu ir šalinimu, kuriuos galima perduoti specializuotoms išorės bendrovėms.
- medienos atliekų naudojimas biokurui.

Įmonių darbuotojai ir mokiniai įgyja žinių apie šias ir kitas procedūras mokydami ir tobulindami kompetenciją atliekų surinkimo ir perdirbimo srityje.

*Atliekų valdymas suvirinimo darbo procesuose susideda iš kelių paprastų taisyklių:*

- Suvirinimo medžiagų, tokių kaip suvirinimo strypas, tirpikliai, naudojami paviršiui paruošti, kasdieninė apskaita.
- Laikyti uždarytas ir sandarias talpyklas su panaudotais lakiaisiais organiniais junginiais (tirpikliais), kad jie neišgaruotų. Tokias medžiagas naudojantys operatoriai turi visada stebėti jų saugojimą ir naudojimą darbo vietoje.
- Suvirinamų medžiagų ir eksploatacinių medžiagų likučiai turi būti rūšiuojami pagal nustatytus reikalavimus, naudojant atskiras talpyklas atskirti netinkamiems naudoti suvirinimo strypams, metalo laužui, pakavimo medžiagoms.
- Rūšiojimas apima perdirbti tinkamo metalo laužo atskyrimą (pagal matmenis, kokybę ir pan.) nuo netinkamo perdirbti metalo laužo. Rūšiuojant juodųjų metalų laužas atskiriamas nuo spalvotųjų metalų naudojant magnetą.
- Tirpiklių likučiai ir jais užterštos atliekos, pavyzdžiui, skudurai ir netinkami naudoti įrankiai, išmirkyti tirpiklio atliekomis, turi būti išmetami į pavojingų atliekų konteinerius.
- Būtina užkirsti kelią suvirinimo medžiagų likučių, įskaitant metalo drožles ir laužą, tirpiklių atliekų patekimui į aplinką, ypač į dirvožemį ir vandenį.
- Laikytis ir, jei reikia, atnaujinti atliekų tvarkymo sistemą įmonėje, vykdant atsakomybę už gamybos atliekų surinkimą ir rūšiojimą, atliekų registravimą specialiuose registruose (valstybės aplinkos apsaugos registruose, skirtuose pakuočių atliekoms ir cheminėms medžiagoms).
- Atliekų šalinimas vykdomas laikantis aiškiai apibrėžtų procedūrų, pavojingų atliekų šalinimas gali būti pavestas specializuotoms atliekų surinkimo įmonėms.
- Suvirintojai turėtų laikytis aiškių ir skaidrių darbo operacijų sekos procedūrų, siekdami išvengti neatitikimų ir atliekų kiekio didėjimo.
- Dulkės filtruojamos išsiurbiant ir utilizuojamos pagal reikalavimus, šlifavimo dulkės atskiriamos vietoje (kartu su kitomis šiukšlėmis) ir utilizuojamos.
- Suvirinimo medžiagoms ir metalams pakuoti naudojamos medinės pakuotės dalys gali būti naudojamos kaip biokuras.

#### **4 tema. Kaip sumažinti suvirinimo procesų metu susidarančių atliekų kiekį?**

Gali būti siūlomi įvairūs metodai, taikomi siekiant sumažinti atliekų ir išmetamųjų teršalų kiekį kiekviename darbo proceso etape.

Suvirinamų gaminių ir konstrukcijų projektavimo etape: suvirinimo sujungimų apimtį mažinimas, atsižvelgiant į dėl projektavimo susidarančių atliekų apimtį ir jų tvarkymo galimybes; ekonomišką ruošinių išdėstymą pjaustymui iš lakštų; po pjaustymo likusių lakštinių medžiagų registravimas ir atsekamumo užtikrinimas, kad jas būtų galima naudoti kitų dalių ir gaminių gamyboje; suvirinimo sujungimo konstrukcijos optimizavimas.

Suvirinimo technologinio proceso parinkimo etape: parinkti ekonomiškiausius ir aplinkai draugiškiausius suvirinimo procesus kiekvienam atvejui, atsižvelgiant į technologinius ir gaminio reikalavimus (kad nenukentėtų kokybė, bet būtų išvengta perteklinių suvirinimo režimų). Pavyzdžiui, labai dažnai storų lakštų suvirinimas panardinamuoju lanku padeda sumažinti paruošiamojo lakštų briaunų pjovimo apimtį ir sumažinti šio proceso metu susidarančios taršos kiekį. Per griežti reikalavimai suvirinimui nustatyti projektavimo metu dažnai tampa pagrindiniu padidėjusios taršos ir atliekų šaltiniu. Labai dažnai šie suvirinimo proceso projektavimo ir technologinio paruošimo viršijimai atsiranda dėl greito / skuboto projekto vykdymo, laiko trūkumo kokybiškai apskaičiuoti reikiamą medžiagų kiekį.

Kad pjaunant lakštinį metalą būtų išvengta perteklinių likučių, iš lakštų pjaunami ruošiniai turi būti išdėstyti su tarpais, kurie apima pjovimo pločio ir matavimo tolerancijas. Likusios lakštinio metalo medžiagos turi būti pažymėtos ir užregistruotos, kad būtų užtikrintas jų atsekamumas ir kad jas būtų galima naudoti kitų dalių ir gaminių gamyboje. Didesni atliekų kiekiai ir didesnis medžiagų sunaudojimas atsiranda gaminant mažomis serijomis, kai išpjautos detalės neužima viso lakšto paviršiaus; tuomet laisvus tarpus galima užpildyti detalėmis, skirtomis būsimiems užsakymams. Išdėstant detales lakšte taip pat reikėtų atsižvelgti į mažesnių detalių išdėstymą didesnėse detalėse išpjautose skylėse. Tai, kas nebegali būti panaudota gamybos procese, kartais naudojama kitų, papildomų produktų gamybai.

Mažinti atliekas ir taršą padeda tinkamas ir optimalus suvirinimo režimų parinkimas pagal konkretaus atvejo technologinius reikalavimus, optimalus suvirinimo procedūrų ir režimų parinkimas pagal reikiamus sujungimų tipus, suvirinimo režimų parinkimo kontrolė ir vengimas taikyti perteklinius režimus šiluminio poveikio požiūriu. Atliekant suvirinimo darbus svarbu neviršyti suvirinimo procedūroje nustatytų šiluminio poveikio ribų.

Taip pat svarbu tinkamai kontroliuoti metalo lakštų kokybę, vengti taupyti kokybės sąskaita, kuomet naudojamos pigiausios ir prastos kokybės medžiagos (surūdiję, užteršti, nekokybiški lakštai ar vamzdžiai), nes tokių medžiagų panaudojimas reikalauja papildomų paruošiamųjų darbų, kurių metu susidaro papildoma tarša. Svarbu pasirinkti ir naudoti mažiau "teršiančias" suvirinimo eksploatacines medžiagas, pavyzdžiui, suvirinant kietomis suvirinimo vielomis išmetama daug mažiau teršalų nei naudojant "miltelių" pagrindu pagamintas suvirinimo vielas. Taikant pažangias suvirinimo žaliavų paruošimo procedūras ir optimalius suvirinimo režimus taip pat galima susumažinti suvirinimo siūlės paviršiaus apdorojimo operacijų apimtį (šratavimo, smėliavimo).

Griežta metalo lakštų ir kitų medžiagų kokybės kontrolė padeda išvengti neatitikčių.

Abrazyvinių medžiagų naudojimą suvirinimo siūlių paviršiui apdoroti galima sumažinti naudojant daugiau frezų, šlifavimo plokštelių.

Suvirinimo darbų apimtį galima sumažinti išlaikant aukštą suvirinimo kokybę (vengiant suvirinimo siūlių taisymo); išmetamų teršalų kiekį siekiama sumažinti gerinant suvirinimo siūlių kokybę, parenkant ir tikslinant apsauginių dujų ir suvirinimo vielų sudėtį.

Rekomenduojama optimizuoti suvirinimo apimtį ir intensyvumą, prieš suvirinimo procesą paruošiant briaunas, taikant X suvirinimo siūles, taip pat sumažinant suvirinimo ploto zonas.

Gali būti taikomi sprendimai, leidžiantys sumažinti vėlesnes darbo sąnaudas suvirinimo jungčiai valyti. Perėjimas prie darbo naudojant suvirinimo robotus ir lazerinius pjaustytuvus (ypač pluoštinio tipo) padeda pašalinti žmogiškaį veiksnių ir neatitiktis. Tai taip pat gali leisti geriau panaudoti pagrindines ir eksploatacines medžiagas ir sumažinti atliekų kiekį. Robotai suvirinimo darbus atlieka automatizuotai, o tai, tinkamai parinkus technologinio proceso priemones ir parametrus, leidžia sumažinti defektų skaičių.

MAG suvirinimo atveju rekomenduojama naudoti apsaugines dujas (mišrios dujos: argonas 92 % + Co2 ir deguonis padeda išvengti pūslų ir užtikrina geresnę dujų išdegimą; fokusuotas suvirinimo lankas (1000 laipsnių) padeda išvengti šiluminio spinduliavimo ant ruošinio; temperatūra pakyla 1-2 laipsniais 30 cm atstumu nuo siūlės.

Patyrę suvirintojai gali rinktis "greitesnį" suvirinimą, siekdami sunaudoti mažiau medžiagų ir sumažinti išmetamųjų teršalų kiekį (tačiau tai susiję su klaidų ir neatitiktų rizika, dėl kurios gali padidėti medžiagų, eksploatacinių medžiagų naudojimas ir suvirinimo proceso atliekos).

Suvirinimas viela leidžia operatoriui naudoti tik tiek vielos, kiek reikia suvirinimo operacijai ir nesusidaro papildomų atliekų kas nebūdinga suvirinimui elektrodais.

CNC mašinų (plazminių pjaustytuvų, lazerių) naudojimas gerokai apriboja žalingą suvirinimo procesų poveikį kitoms darbo vietoms (darbas uždaroje erdvėje).

Paprastai suvirinimo kokybės užtikrinimas apima griežtas kokybės valdymo procedūras, WPS patvirtinimą ir suvirinimo instrukcijų parengimą, bandomųjų suvirinimo darbų atlikimą, įmonėje taikomų suvirinimo procesų ir suvirintojų sertifikavimą patvirtintose tarptautinėse ir (arba) nacionalinėse audito ir sertifikavimo įstaigose, laikantis įvairių tarptautinių standartų.

*Suvirinimą taip pat galima iš dalies pakeisti varžtais ir kniedėmis.*

Kalbant apie suvirinimo siūlių paviršiaus apdorojimą, šio proceso poveikis aplinkai labai priklauso nuo gautos suvirintos jungties kokybės ir švarumo. Pavyzdžiui, suvirinimo siūlių ėsdinimo kokybė ir poveikis aplinkai labai priklauso nuo paviršiaus valymo po suvirinimo kokybės (prieš ėsdinimą likę šlakai reikalauja papildomų ėsdinimo operacijų, turinčių neigiamą poveikį aplinkai). Paviršiaus apdorojimas dažant reikalauja optimaliai apskaičiuoti reikiamą dažų kiekį ir pasirinkti optimalią dažymo sistemą (C2, C3, C4, C5) atsižvelgiant į gaminio naudojimo aplinkos korozinį aktyvumą, vengiant perteklinio dažymo.

Šratavimas suvirinimo siūlėms apdoroti yra ekologiškesnis, palyginti su smėliavimu, nes abrazyvinės medžiagos naudojamos pakartotinai.

Siekiant tvaraus suvirinimo, taip pat svarbu pasirinkti tinkamo profilio ir kvalifikacijos lygio suvirintoją numatytiems suvirinimo procesams: gamybos ir žmogiškių išteklių vadovai gali naudoti suvirintojų kompetencijos sistemas, suderintas su suvirinamų konstrukcijų ir (arba) objektų sudėtingumo lygiais.

Taip pat yra įvairių technologinių ir vadybinių praktikų ir (arba) metodų, taikomų siekiant sumažinti pagrindinių medžiagų (pvz., metalų) ir eksploatacinių medžiagų kiekį suvirinimo procese. Pavyzdžiui:

- Žaliavų pirkimo koncentracija, inžinerinių medžiagų integravimas, siekiant maksimaliai išnaudoti žaliavas.

- Lengvos konstrukcijos ir modulinės gaminių konstrukcijos taikymas taip pat leidžia taupyti medžiagas.

- Baigtinių elementų projektavimo ir gaminių veikimo modeliavimo technikos leidžia išvengti perteklinių suvirinimo siūlių ir pačių suvirinimo siūlių apimčių. Tai leidžia sutaupyti metalo, energijos ir t. t.

Pjaunant lakštinį metalą prieš suvirinimą didesni likučių kiekiai ir didesnės medžiagų sąnaudos atsiranda mažų serijų atveju, kai pjaunamos detalės neužima viso lakšto paviršiaus. Tuomet laisvus tarpus galima užpildyti būsimų užsakymų elementais.

Čia taip pat svarbios nuolatinės apsaugos priemonės, pavyzdžiui, dujų reguliatorių plombos, įrengtos pagal suvirinimo proceso sąlygas ir proceso nustatymus.

Suvirinimo siūlių paviršiaus apdirbimo srityje gali būti svarstytinios galimybės pakartotinai naudoti naudojamas medžiagas ir eksploatacines medžiagas. Pavyzdžiui, filtruotas ėsdinimo įrenginių ir vonių nuotekas galima pakartotinai panaudoti tam pačiam tikslui.

Suvirinimo siūlių paviršiaus apdirbimas apima įvairias operacijas, pavyzdžiui, visų suvirinimo metu susidariusių teršalų, atsiradusio dėl suvirinimo fliuso, valymą, suvirintų sujungimų paviršių šlifavimą ir poliravimą.

Šlifuojant suvirinimo siūles, prieš atliekant šią operaciją svarbu įvertinti pačių siūlių paviršių ir patikrinti, ar jis atitinka nustatytus standartinius kokybės reikalavimus. Jei taip, šlifuoti nereikia. Nelygūs profiliai, blogai suformuoti pradžios ir pabaigos taškai, aštrūs nelygumai, prilipę suvirinimo siūlių pūslai turėtų būti pašalinti kruopščiai šlifuojant arba smėliuojant.

**Daugiau informacijos galima rasti:** Paviršiaus paruošimas - [SteelConstruction.info](http://SteelConstruction.info)

Kita suvirinimo proceso metu išmetamų teršalų ir atliekų mažinimo strategija – aplinkai draugiškesnės suvirinimo įrangos naudojimas. Tam skirtas ES reglamentas dėl suvirinimo aparatų ekologiško, įsigaliojęs 2021 m. sausio 1 d.

Šiame ES reglamente aptariami suvirinimo įrangos ekologinio projektavimo reikalavimai, kurie apima suvirinimo įrangos aplinkosauginius aspektus (pavyzdžiui, suvirinimui reikalingos energijos suvartojimą) ir užtikrina veiksmingumo lygį naudojant savo išteklius. Apskaičiuota, kad iki 2030 m. dėl šiame reglamente nustatytų ekologinio projektavimo reikalavimų kasmet bus sutaupoma 1,09 TWh energijos, o tai atitinka bendrą metinį sutaupymą apimantį 0,27 mln. tonų CO<sub>2</sub> ekvivalentą - tai geriau aplinkai ir ekonomiškiau.

Kad atitiktų energijos vartojimo efektyvumo reikalavimus, suvirinimo įranga turi atitikti energijos šaltinio efektyvumo ir tuščiosios veikos būsenos energijos suvartojimo reikalavimus:

Suvirinimo įranga, maitinama trifaziais nuolatinės srovės (DC) maitinimo šaltiniais. Mažiausias maitinimo šaltinio naudingumo koeficientas turi būti 85 %, o didžiausias tuščiąja eiga suvartojamos energijos kiekis - 50 W.

Suvirinimo įranga, maitinama iš vienfazių nuolatinės srovės (DC) maitinimo šaltinių. Minimalus energijos šaltinio efektyvumas turi būti 80 %, o didžiausias tuščiosios veikos metu suvartojamos energijos kiekis - 50 W.

Suvirinimo įranga, maitinama iš vienfazių ir trifazių kintamosios srovės (AC) maitinimo šaltinių. Minimalus energijos šaltinio efektyvumas turi būti 80 %, o didžiausias tuščiosios veikos metu suvartojamos energijos kiekis - 50 W.

Tikimasi, kad suvirinimo įrangos tiekėjai laikysis atnaujintų išteklių naudojimo efektyvumo reikalavimų, atnaujintų išteklių naudojimo efektyvumo ir informavimo reikalavimų, siekdami užtikrinti, kad teikiama suvirinimo įranga būtų ekologiškesnė.

Gaminio suvartojamos energijos kiekis ir kiti deklaruojami parametrai neturi pablogėti atnaujinus programinę ar aparatinę įrangą, kai matuojama pagal tą patį bandymo standartą, kuris iš pradžių buvo naudojamas rengiant atitikties deklaraciją. Atsisakant programinės įrangos atnaujinimo, eksploatacinės savybės neturi pasikeisti. Atnaujinus programinę įrangą niekada negali pasikeisti gaminio eksploatacinės savybės taip, kad jis neatitiktų atitikties deklaracijai taikomų aplinkai draugiškesnės technologijos reikalavimų. Daugiau informacijos apie direktyvą: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1784/oj>

Profesinio mokymo srityje viena iš pagrindinių technologinių naujovių, leidžiančių sumažinti atliekų ir taršos kiekį, yra suvirinimo treniruoklių naudojimas.

Daugelyje šalių jau yra nemenka šių mokymo tikslams sukurtų simuliacinių technologijų naudojimo patirtis. Pavyzdžiui, Lenkijoje Krokuvos technologijos universiteto studentai įgyja pagrindinius suvirinimo įgūdžius ir žinias dirbdami su suvirinimo simulatoriumi "VRTEX 360".

Suvirinimo simulatoriuje naudojama virtualios realybės technologija, kuri atkartoja realias suvirinimo sąlygas. Vos užsidėjus VR akinius galima matyti tikrovišką suvirinimo zonos vaizdą ir girdėti tikro suvirinimo garsus. "VRTEX 360" taip pat yra įrengtas pilno dydžio gaubtas ir suvirinimo įtvarai. Šis simulatorius padeda išmokti lankinio suvirinimo proceso pagrindų ir leidžia naudotojams įgyti vadinamąją psichomotorinę atmintį, t. y. praktikuoti taisyklingus rankų judesius, kad, be kita ko, būtų išlaikytas tinkamas degiklio kampas ir kryptis. Prietaisas suteikia naudotojams galimybę susipažinti su išplėstiniais suvirinimo procesais, keliais technologiniais būdais, naudojant daugybę suvirinamų medžiagų rūšių - pirminių ir antrinių. Mokiniai sužino apie įvairių tipų sujungimus, suvirinimo įrangos nustatymus ir kt. Ir visa tai už nedideles sąnaudas, nes nereikia naudoti medžiagų ir sunaudojama daug mažiau energijos.

Labai naudinga simulatoriaus savybė yra ir galimybė taikyti skirtingus mokymo režimus: praktikuotis pagal "tikro" aparato veikimo parametrus ir darbo vietos instrukcijas, bei dirbti pamokos režimu, vadinamuoju demonstraciniu suvirinimu (puikiai atlikto sujungimo demonstravimas), režimu su pagalba virtualaus suvirinimo metu, virtualaus lenkimo bandymu (leidžia iš karto įvertinti suvirinto sujungimo atlikimo teisingumą) arba atkūrimo režimu. Pastaroji funkcija leidžia mokiniui ir jo mokytojui sekti virtualų suvirinimo procesą nuo pat pradžių, patikrinti, kur buvo padaryta klaidų, ir lengvai jas ištaisyti.

<https://www.youtube.com/watch?v=iBwKd6fIRH0&t=4s>

Suvirintojų mokymui naudojamos papildytosios realybės programos taip pat padeda tausoti aplinką ir taupyti išlaidas:

<https://www.youtube.com/watch?v=npdmFfG6ydA>

<https://www.youtube.com/watch?v=6e2pEXL4IXY>

AR taikomosios programos naudojimo suvirintojų mokinių mokymui "Volkswagen" įmonėje atvejis yra pristatomas šiame įrašė:

<https://www.youtube.com/watch?v=Ypb77z2nk9g>

Erasmus+ projektas DIGIWELD suteikia skaitmenines priemones profesinio mokymo studentams, suvirinimo mokiniams ir suvirintojams, norintiems neatsilikti nuo naujų įgūdžių ir kompetencijų, reikalingų naujoms suvirinimo technologijoms. Projektas siūlo atvirą ir novatorišką skaitmeninę mokymosi sistemą (SIMTRANET) ir suvirinimo technologijų mokymo medžiagą, kuri yra lanksti mokymosi priemonė norintiems tobulinti turimus įgūdžius. Jis apima mokymo programas, skirtas suvirintojų mokymui naudojant treniruoklius ir atnaujinant žinias apie ES gaires dėl Europos / tarptautinio suvirintojo IAB - 089r5 - 14, ir skaitmeninę priemonę, kuri diegiama į treniruoklius kaip moduliai, skirti mokinių (16-20 metų amžiaus) mokymui.

Mokymo medžiagą ir mokymo programas, skirtas mokymams su skaitmeniniais suvirinimo simulatoriais, galima rasti čia: <http://www.digiweld.eu/>.

Projektas "Europos suvirinimo inspektorių skaitmeninis mokymas" (D-EWI) siūlo inovatyvų suvirinimo inspektorių skaitmeninį mokymo kursą su atvira skaitmenine mokomąja medžiaga, kuria siekiama padėti diegti inovatyvias skaitmenines technologijas, skirtas mokymui ir mokymuisi pirminiame ir tęstiniame profesiniame mokyme suvirinimo kokybės kontrolės srityje: <https://d-ewiproject.eu/docs/D-EWI%20PR.pdf>.



### **Savarankiško mokymosi užduotys**

Darbo praktikoje išbandykite ir (arba) pritaikykite kai kuriuos iš pirmiau aprašytų taupaus ir tvaraus suvirinimo medžiagų ir eksploatacinių medžiagų naudojimo būdų ir metodų. Atsakykite į šiuos klausimus:

- 1.Kiek taikomas būdas / metodas pasiteisina konkrečiame suvirinimo procese? Kokias pagrindines medžiagas ir eksploatacines medžiagas pavyksta sutaupyti?
- 2.Kokie yra šio taupaus ir tvaraus suvirinimo būdo / metodo taikymo trūkumai / sunkumai? Ar turite pasiūlymų, kaip dorotis su šiais sunkumais?

### **Savarankiškas mokymosi rezultatų vertinimas**

Paanalizuokite savo atliktas suvirinimo operacijas ir atsakykite į šiuos klausimus:

- 1.Ar taikau kokius nors taupaus ir tvaraus suvirinimo medžiagų ir eksploatacinių medžiagų naudojimo metodus? Jei taip, kokiuose suvirinimo procesuose šie metodai taikomi?
- 2.Kokius suvirinimo medžiagų ir eksploatacinių medžiagų kiekius paprastai sutaupau dirbdamas? Ar tai yra riba, ar galima dar labiau sumažinti sunaudojimą?
- 3.Kokius naujus metodus ir būdus galėčiau taikyti, kad dar labiau sumažinti suvirinimo medžiagų ir eksploatacinių medžiagų sunaudojimą?

## **3 KURSAS. Išmanus ir kruopštus medžiagų ir ruošinių paruošimas suvirinimui.**

### **Kurso turinys ir mokymosi rezultatai**

**Šio kurso tikslas** - įgyti žinių ir įgūdžių, kaip taupiai ir ekologiškai paruošti metalo ruošinius suvirinimui.

#### **Baigę šį kursą mokiniai gebės:**

- Parinkti aplinkai nekenksmingus briaunų apdirbimo ir lakšto paviršiaus paruošimo būdus ir medžiagas.
- Parinkti ruošinių ir lakštų paviršiaus ir briaunų paruošiamąsias operacijas, kad sumažintų suvirinimo proceso apimtį ir intensyvumą.

- Taikyti žinias, kaip paruošti ruošinių paviršių ir lakštų kraštus, kad sumažėtų suvirinimo ploto zona.

### Tikslinė auditorija

Profesijos mokytojai ir meistrai, profesinio mokymo mokiniai, suvirintojai (EKS 4 lygis).

### Mokomoji medžiaga

**1 tema.** *Aplinkai nekenksmingi briaunų ir lakšto paviršiaus paruošimo būdai ir medžiagos. Ruošinių ir lakštų paviršiaus bei briaunų paruošimo operacijos, siekiant sumažinti suvirinimo proceso apimtį ir intensyvumą.*

1. Medžiagų kokybės kontrolė būtina prieš gamybą, kai pristatant gamyboje naudojamus lakštus tikrinami jų paviršiai; ruošiant gamybą reikia palyginti atskirus užsakymus tarpusavyje, kad būtų užtikrintas medžiagų panaudojimas; matmenų tikslumas turi būti tikrinamas VQC mašina ir tikrinamas pirmajame gaminyje.

2. Kraštų paruošimą apibrėžia šie parametrai: 1) suvirinimo proceso tipas, 2) suvirinimo vieta, 3) lanko ir elektrodo prieiga, 4) nusodinto suvirinimo metalo tūris, kuris turi būti minimalus, 5) briaunų paruošimo sąnaudos, 6) deformacijos. Daugiau informacijos: <http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/~pmoze/esdep/master/wg03/10300.htm>.

3. Taikant kai kurias suvirinimo technologijas, pavyzdžiui, suvirinimą siauru tarpu, briaunų paruošimą taip pat galima atlikti pjaunant liepsna arba plazma, o tai padidina našumą ir iš dalies sumažina susidarancias atliekas: [https://www.cloos.de/public/processes/brochures/EN\\_Engspaltschweissen.pdf](https://www.cloos.de/public/processes/brochures/EN_Engspaltschweissen.pdf).

**2 tema.** *Lakštų darbinio paviršiaus ir kraštų paruošimas, siekiant sumažinti suvirinimo zonas.*

Netinkamas ir nepakankamas metalo paviršių paruošimas prieš suvirinimą labai dažnai lemia neatitikimus ir neekonomišką medžiagų naudojimą, sukuria papildomų atliekų.

1. Medžiagos paviršiaus valymas prieš suvirinimą yra labai svarbus, siekiant pašalinti nešvarumus ir purvą, užkertant kelią suvirinimo siūlės užteršimui. Šis

veiksmas gali padėti išvengti suvirinimo siūlių porėtumo, nes ant paviršiaus esantys riebalai, alyva ar drėgmė suvirinimo proceso metu sulaiko suvirinimo dujas.

2. Tam tikras suvirinto paviršiaus užterštumas atsiranda suvirinimo metu - oksidacija vyksta, kai deguonis netrukdomai pasiekia suvirinimo siūlę. Dėl paviršiaus oksidacijos metalas tampa neatsparus korozijai ir jį reikia papildomai apdoroti. Siekiant to išvengti, suvirinimo metu naudojami deguonies monitoriai.

**Daugiau informacijos:** <https://www.aquasolwelding.com/welding-preparation>

3. Lazerių sukeltus įbrėžimus galima pašalinti naudojant įvairias paviršiaus šlifavimo mašinas, šlifavimo plokštes ir ritinėlius su konvejeriu; detalių lenkimą. Siekiant sumažinti tokio šlifavimo apimtį, rekomenduojama taikyti šaltojo formavimo metodą ir (arba) specifines suvirinimo technologijas, kurios leidžia išvengti aptaškymų, pavyzdžiui, greitesnį suvirinimą.

**3 tema. Ekologiškesnio plieno naudojimas darbo procesuose, susijusiuose su jungimu ir suvirinimu.**

Mokslininkai, ekspertai ir pramonininkai gana plačiai diskutuoja ekologiškesnių plieno gamybos technologijų ir aplinkai draugiškesnio plieno klausimais.

Pateikiame nuorodą į įdomų straipsnį šia tema:

[https://weldingvalue.com/2021/06/how-ready-are-we-for-green-steel/?ref=rns\\_cp](https://weldingvalue.com/2021/06/how-ready-are-we-for-green-steel/?ref=rns_cp).

### **Savarankiško mokymosi užduotys**

Pasirinkite 1 -2 medžiagų paruošimo procedūras, kurių dar niekada netaikėte savo darbe, ir išbandykite jas dalyvaujant vadovui, technikui ar inžinieriui. Praneškite apie bandymo rezultatus, nurodydami, ar jis buvo sėkmingas, kokią įtaką turėjo medžiagų ir eksploatacinių medžiagų sunaudojimui, su kokiomis problemomis ar iššūkiais susidūrėte taikydami pasirinktą rekomendaciją ir kaip šias problemas galima išspręsti.

### **Savarankiškas mokymosi rezultatų vertinimas**

Išnagrinėkite ir aptarkite savo taikomus paviršiaus ir briaunų paruošimo procesus ir procedūras, atsižvelgdami į jų atitiktį tvaraus darbo principams, atsakydami į šiuos klausimus:

- 1) Kiek taikomos paviršiaus paruošimo ir briaunų apdirbimo operacijos padeda sumažinti suvirinimo apimtį ir su tuo susijusį energijos poreikį?
- 2) Kokios atliekos susidaro atliekant paviršiaus paruošimo ir briaunų apdirbimo operacijas? Koks yra vidutinis šių atliekų kiekis?
- 3) Ar galima atsisakyti paviršiaus paruošimo ir briaunų apdirbimo operacijų, keičiant suvirinimo parametrus? Kokie yra tokio sprendimo privalumai ir trūkumai?

#### **4 KURSAS. Tausojančios suvirinimo ir (arba) sujungimo operacijos.**

##### **Kurso apimtį ir mokymosi rezultatai**

**Šio kurso tikslas** - įgyti žinių ir įgūdžių, kaip taikyti taupius ir aplinkai draugiškus technologinius suvirinimo režimų sprendimus.

##### **Baigę šį kursą mokiniai gebės:**

- Atpažinti taupių ir aplinkai draugiškesnių technologinių sprendimų ir suvirinimo režimų ypatumus.
- Žinoti, kaip neviršyti suvirinimo procedūroje nustatytų terminio poveikio ribų.
- Taikyti žinias apie tausojančius suvirinimo režimus (impulsinis režimas, sinergetinis režimas, suvirinimas įkaitintu lanku ir jo deriniai, kontaktinis suvirinimas vietoj suvirinimo pilna jungtimi).
- CNC procesų (plazminiai pjaustytuvai, lazeriai) taikymo žinios, siekiant apriboti žalingą suvirinimo procesų poveikį kitų etapų operacijoms (pvz., apdirbimas uždaroje mašinos erdvėje).

##### **Tikslinė auditorija**

**Profesijos mokytojai ir meistrai, profesinio mokymo mokiniai, suvirintojai (EKS 4 lygis).**

##### **Mokomoji medžiaga**

**1 tema. Taupių ir žiedinių technologinių sprendimų ir suvirinimo režimų ypatumai.**

Suvirinimo proceso tvarumas priklauso nuo suvirinimo greičio, suvirinimo sistemos sąnaudų, medžiagų kokybės, taikomo apdirbimo laiko, naudojamų papildomųjų metalų ir siūlės kokybės. Svarbus vaidmuo tenka ir suvirinimo sistemos sudedamųjų dalių bei eksploatacinių medžiagų gamybai, nes tam reikėjo išgauti žaliavas.

Kalbant apie taikomų suvirinimo technologijų ir įrangos vaidmenį, suvirinimo sistemų patikimumas ir universalumas prisideda prie suvirinimo procesų efektyvumo, nes leidžia operatoriams naudoti tinkamą technologiją suvirinimo greičiui padidinti, kartu nuolat išlaikant aukštą kokybę ir idealias proceso sąlygas, todėl galima atsisakyti išties gamybos etapų ir sumažinti energijos ir kitų gamybos išteklių naudojimą.

Technologiniai sprendimai įvairiuose suvirinimo procesuose gali padėti išvengti atliekų sankaupų ir padidinti darbo intensyvumą bei efektyvumą. Pavyzdžiui, begalinio elektrodo (MAG) procesų naudojimas padeda išvengti suvirinimo elektrodų atliekų ir pertraukų elektrodams keisti. Dėl šių ir kitų savybių MAG procesas yra labai tvarus ir švarus, kaip ir lazerinis suvirinimas dujiniu metalo lanku. Šie suvirinimo procesai yra labai spartūs ir reikalauja mažiau pridėtinių suvirinimo medžiagų.

Suvirinimo proceso parametrai, padedantys sumažinti kenksmingų išmetamųjų teršalų kiekį:

**1.Srovės stiprumas:** suvirinimą pradėkite nuo mažiausio įmanomo srovės stiprumo, kuris užtikrina pakankamą suvirinimo siūlių įsiskverbimą.

**2.Dujų naudojimas:** nenaudokite 100 % CO<sub>2</sub> dujų vietoj argono dujų mišinio, nes padidėja lanko karštis, daugiau metalo garuoja ir atsiranda dūmų.

**3.Metalo paviršiaus švarumas prieš suvirinimą:** prieš suvirinimą tinkamai nuvalykite metalo paviršių, kad išvengtumėte dūmų, ypač pašalinkite tirpiklių, dažų, alyvos, rūdžių inhibitorių, cinko likučius nuo cinkuoto plieno. Prieš pradėdami suvirinimą, naudokite valymo produktus, kad pašalintumėte teršalus.

**4.Suvirinimo įranga:** rinkdamasi suvirinimo įrangą įmonė turėtų atkreipti dėmesį į su juo susijusio suvirinimo proceso poveikį aplinkai ir į tai, kaip įranga padeda jį sumažinti.

*Pateikiame keletą patarimų, kaip ekonomiškai ir taupiai naudoti suvirinimo procesus:*

1. Pašalinkite perteklinį suvirinimą kontroliuodami tinkamą suvirinimo siūlių dydį ir naudodami siūlės aukščio matavimo šablonus.
2. Sumažinkite pridėtinės vielos kiekį kelių eigų suvirinimo siūlėse ant griovelio jungties, siekdami išvengti nepakankamo užpildymo.
3. Naudokite tinkamą poliariškumą – tais atvejais, kur pravirinimas nėra svarbus ar pageidaujamas, pavyzdžiui, kietlydinio tvirtinimui, naudokite nuolatinę srovę, kad pasiektumėte didesnę greitį.
4. Sumažinkite tarpus, dėl kurių padidėja suvirinimo siūlės tūris, reikalingas tam, kad būtų pasiekta ta pati apkrovos laikomoji galia.
5. Kontroliuokite apsauginių dujų naudojimą, nenaudodami didesnio srauto nei būtina, taip pat tikrindami, ar nėra tiekimo padidėjimų ir nuotėkių.
6. Padidinkite elektrodo skersmenį suvirinant MIG būdu, kad pasiektumėte didesnę greitį.
7. Pasikonsultavę su inžinerijos darbuotojais, apsvarstykite galimybę suvirinimo siūlėms, kurios neperduoda visos konstrukcijos apkrovos, vietoj išsisinio suvirinimo naudoti pertraukiamąjį.
8. Pasirinkite tinkamą procesą, priklausomai nuo taikymo srities.
9. Tinkamai pasirinkite suvirinimo poziciją, kad būtų pasiektas optimalus efektyvumas, maksimaliai padidindami suvirinimą plokščioje arba horizontalioje padėtyje.
10. Naudokite tvirtinimo įtaisus.
11. Naudokite procedūras ir procesus, kurie pašalina purslus - apsvarstykite galimybę naudoti 90/10 dujas vietoj C25 arba 100 % CO<sub>2</sub>, taip pat pulsinį suvirinimą vietoj nuolatinės srovės suvirinimo.
12. Laikykite suvirinimo įrangą gerai suremontuotą.  
Daugiau informacijos: 12 idėjų, kaip sumažinti suvirinimo sąnaudas :
13. Taikykite suvirinimo režimus, kurie nereikalauja mechaninio paviršių paruošimo prieš suvirinimą, pavyzdžiui, specialus lankinis EWM plieno suvirinimui nereikalauja medžiagų paruošimo suvirinimui.  
Daugiau informacijos: ([blueandgreentomorrow.com](http://blueandgreentomorrow.com))
13. Suvirinimo siūlių ęsdinimo kokybė ir poveikis aplinkai labai priklauso nuo paviršiaus valymo po suvirinimo kokybės (prieš ęsdinimą likę šlakai reikalauja papildomų ęsdinimo operacijų, turinčių neigiamą poveikį aplinkai). Todėl prieš ęsdinimą būtina nuvalyti suvirintų siūlių paviršių.
14. Paviršiaus apdorojimas dažant reikalauja optimaliai apskaičiuoti reikiamą dažų kiekį ir pasirinkti optimalią dažymo sistemą (C2, C3, C4, C5) atsižvelgiant į gaminio naudojimo aplinkos korozinį aktyvumą, vengiant per didelio dažymo kiekio.
15. Paviršiaus apdorojimui naudojant metalo šratavimą, palyginti su smėliavimu, dėl pakartotinio abrazyvinių medžiagų naudojimo yra palankesnis aplinkai.

16. X suvirinimo siūlių naudojimas padeda sumažinti suvirinimo ploto zonas ir sumažinti vėlesnio suvirinimo siūlių paviršiaus apdorojimo apimtį.

17. Frezų ir šlifavimo plokštelių naudojimas suvirinimo siūlių paviršiui apdoroti ir užbaigti padeda sumažinti abrazyvinių medžiagų naudojimą.

18. Suvirinimo dujų suvartojimą galima gerokai sumažinti naudojant specialius apsauginius vožtuvus ant dujų baliono:

<https://www.youtube.com/watch?v=TikJL1VSp3Q> .

Šių vožtuvų atidarymas padeda reguliuoti dujų kiekį. Tam taikoma praktinė taisyklė: Dujų kiekis (litrais per minutę) = vielos skersmuo (milimetrais) x 10. Pavyzdžiui, jei naudojamas vieno milimetro skersmens vielinis elektrodas, uždaroje dirbtuvėse pakanka dešimties litrų per minutę.

<https://blog.perfectwelding.fronius.com/en/welder-settings/>

19. Įrankių, padedančių nustatyti optimalius suvirinimo parametrus, naudojimas:

<https://weldingvalue.com/2020/03/find-right-tig-welding-parameters/#27e461fbTopic 2>.

Tipiški taupaus suvirinimo režimai (impulsinis režimas, sinergetinis režimas, suvirinimas įkaitintu lanku ir jo deriniai, kontaktinio suvirinimo naudojimas vietoj suvirinimo pilna jungtimi).

### **Suvirinimas panardinamuoju lanku (SAW)**

Vokietijos mokslininkai teigia, kad suvirinant 20 mm storio konstrukcinio plieno plokštę, LAHW yra geriausias variantas, atsižvelgiant į daromą poveikį aplinkai, nes dėl didelio galios tankio galima suvirinti mažiausiu skaičiumi praėjimų ir mažiausiu bendru suvirinimo tūriu, taip pat dėl didelio suvirinimo greičio ir našumo sumažėja elektros energijos bei dujų sąnaudos. Pasak šių autorių, mažesnę LAHW poveikį aplinkai užtikrina geresnis sunaudojamos energijos ir suvirinimo laiko santykis, kai mažą našumą kompensuoja sutaupyta suvirinimo laikas. Suvirinimo vielos, elektrodų ir elektros energijos sąnaudas galima optimizuoti didinant šaknies paviršiaus plotį ir taikant mažesnę suvirinimo antgalio kampą. Elektros energijos sąnaudas galima

gerokai sumažinti padidinus spindulio šaltinio efektyvumą.

MMAW procesas dėl mažo našumo, būtino briaunų paruošimo ir elektrodų karotavimo sukelia didžiausią poveikį aplinkai. Šį poveikį galima sumažinti taikant mažesnius šaknų tarpus ir antgalio kampus.

Sumažinus antgalio kampus, poveikio aplinkai lygis sumažėja maždaug 40 %.

Sproesser ir kt. taip pat teigia, kad visų technologijų suvirinimo robotų judesiams reikia mažiau elektros energijos. Pirmenybę LCA technologijai dėl teigiamo poveikio aplinkai reikėtų teikti atsižvelgiant į skirtingus suvirinimo proceso reikalavimus, pavyzdžiui, briaunų paruošimą, skirtingas suvirinimo padėtis ir įrangos mobilumą. Suvirintojai, dirbantys su rankiniu suvirinimo procesu, patiria didesnę riziką sveikatai nei automatinio suvirinimo proceso metu, todėl siūloma kuo labiau sumažinti rankinio suvirinimo procesų taikymą, o automatinio suvirinimo proceso metu suvirintojus laikyti atokiau nuo proceso zonos. Vertinant suvirinimo riziką sveikatai, nereikėtų apsiriboti vien suvirinimo dūmų poveikiu, bet reikėtų įvertinti ir kitus veiksnius, pavyzdžiui, elektros, šilumos ir radiacijos pavojus, kylančius darbo vietoje.

Storiams lakštams suvirinti naudojant panardinamąjį lankinį suvirinimą galima sutaupyti lėšų, reikalingų paruošiamajam lakštų briaunų pjovimui, ir sumažinti šio proceso metu išmetamų teršalų kiekį.

Daugiau informacijos: Sproesser, G., Chang, YJ., Pittner, A., Finkbeiner, M., Rethmeier, M. (2017). Tvarios technologijos storų metalo plokščių suvirinimui. In: Stark, R., Seliger, G., Bonvoisin, J. (red.) Sustainable Manufacturing. Darni gamyba, gyvavimo ciklo inžinerija ir valdymas. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48514-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48514-0_5)

Nimker ir Wattal (2020) tyrė panardintojo lanko suvirinimo (SAW) šlako, kaip šviežio fliuso, panaudojimą tvarumui užtikrinti. Atlikdami bandymus jie į susmulkintą šlaką pridėjo tam tikrų legiruojančių elementų, kad pakoreguotų gautą suvirinamojo metalo sudėtį pagal Amerikos suvirinimo draugijos (AWS) A5.17 standartą ir eksploatacines charakteristikas, pavyzdžiui, lanko stabilumą.

Kaip proceso parametrus pasirinkę tokius valdomus kintamuosius kaip suvirinimo greitis, lanko įtampa, suvirinimo vielos padavimo greitis ir atstumas tarp antgalio ir plokštės, jie palygino suvirinimo siūles, pagamintas naudojant fliusą, gryną šlaką ir perdirbtą šlaką. Atlikus mechaninio stiprumo, mikrostruktūros ir suvirinimo siūlių defektų analizę paaiškėjo, kad su perdirbtu šlaku pagamintų suvirinimo bandinių kokybė gerokai pagerėjo, o tempimo ir smūginių bandymų rezultatai parodė, kad su perdirbtu šlaku pagamintos suvirinimo siūlės atitiko AWS reikalavimus.

**Daugiau informacijos:** Deepanjali Nimker & Reeta Wattal (2020) Recycling of submerged arc welding slag for sustainability, Production & Manufacturing Research, 8:1, 182-195, DOI: 10.1080/21693277.2020.1774813



Greitesnis suvirinimas taip pat padeda taupyti suvirinimo medžiagas ir mažina išmetamųjų teršalų kiekį, tačiau dėl to kyla klaidų ir neatitikimų rizika, dėl kurios gali padidėti medžiagų, eksploatacinių medžiagų naudojimas ir suvirinimo proceso atliekos.

Impulsinis suvirinimo režimas padeda kontroliuoti šilumos sąnaudas ir reguliuoti energijos kiekį, naudojant sinergetinius suvirinimo režimus, kurie padeda kontroliuoti ir optimizuoti energijos sąnaudas.

Suvirinimas panardinamuoju lanku arba suvirinimo režimų derinimas su suvirinimu panardinamuoju lanku suvirinant didelio storio metalo lakštus (pvz., suvirinant 100 mm lakštus suvirinimo šaknis suvirinama pusiau automatiniu būdu, o likusi suvirinimo dalis - suvirinant panardinamuoju lanku, naudojant 4 mm skersmens vielą), o tai leidžia sumažinti suvirinimo eigų skaičių.

Platesnis kontaktinio suvirinimo (taškinio suvirinimo), o ne viso sujungimo suvirinimo naudojimas taip pat padeda taupyti suvirinimo medžiagas ir laiką.

Kiti tvarūs suvirinimo procesai yra suvirinimas trinties būdu, vakuuminis litavimas ir difuzinis suvirinimas. Suvirinant trinties būdu, naudojant šiluminę trinties energiją, nebereikia fluso ir pagalbinių medžiagų, suvirinant vakuuminiu būdu naudojamas vandenilis, o difuzinis suvirinimas sujungia slėgį ir šilumą, kad būtų gautos aukštos kokybės jungtys, šis suvirinimo būdas taip pat nebereikalauja fluso.

Suvirinimo darbų organizavimas taip pat gali gerokai pagerinti suvirinimo procesų tvarumą. Čia gali būti taikomi įvairūs taupaus darbo organizavimo metodai.

Manzanares-Cañizares et al. (2015) analizuoja 5S Lean metodikos taikymą suvirinimo darbų organizavime. Taikant 5S metodiką siekiama pagerinti ir palaikyti darbo vietos organizavimą, tvarką ir švarą. Siekiama pagerinti darbo sąlygas didinant saugą, pašalinant arba mažinant riziką. Mūsų atveju ši metodika turi dvejopą tikslą: gerinti darbo sąlygas mažinant riziką žmonėms, dalyvaujantiems gaminant gaminius, ir kartu mažinti nekokybiškų suvirinimo siūlių riziką. Metodika pagrįsta holistine suvirinimo procesų gamyboje analize ir kontrole, laikantis 5 taupaus darbo organizavimo etapų:

SEIRI: nustatomos ir atskiriamos reikalingos ir nereikalingos medžiagos, pastarosios išmetamos;

SEIT ON: nustatykite, kaip reikia išdėstyti ir identifikuoti reikiamas medžiagas, kad jas būtų galima lengvai ir greitai rasti, panaudoti ir papildyti;

SEISO: nustatyti ir pašalinti nešvarumų šaltinius, užtikrinti įrangos ir darbo vietos švarą.

SEIKETSUS: naudojant paprastas taisykles atskirti įprastas gamybos situacijas nuo neįprastų.

SHITSUKES: dirbti pagal ankstesniuose etapuose nustatytas taisykles ir principus.

Manzanares-Cañizares ir kt. (2022) tyrime nurodoma, kad šios metodikos taikymas organizuojant suvirinimo darbo procesus gali gerokai pagerinti suvirinimo procesų tvarumą, nes sumažėja nereikalingų transportavimo operacijų įmonės viduje, pagerėja medžiagų sandėliavimo efektyvumas, užkertamas kelias metalo lakštų ir suvirinimo medžiagų užteršimui, užkertamas kelias kryžminei taršai naudojant skirtingas medžiagas, sumažėja suvirinimo neatitikimų ir pagerėja ergonominės darbo sąlygos. Daugiau informacijos:

Manzanares-Cañizares, C.; Sánchez-Lite, A.; Rosales-Prieto, V.F.; Fuentes-Bargues, J.L.; González-Gaya, C. A 5S Lean Strategy for a Sustainable Welding Process. Sustainability 2022, 14, 6499. <https://doi.org/10.3390/su14116499>.

### **Savarankiško mokymosi užduotys**

Pasirinkite 1 -2 aprašytas aštraus suvirinimo procedūras, kurių dar niekada netaikėte savo darbe, ir išbandykite jas dalyvaujant vadovui, technikui ar inžinieriui. Praneškite apie bandymo rezultatus, nurodydami, ar jis buvo sėkmingas, kokią įtaką turėjo medžiagų ir eksploatacinių medžiagų sunaudojimui, su kokiais problemomis ar iššūkiais susidūrėte taikydami pasirinktą rekomendaciją ir kaip šias problemas galima išspręsti (tai reikia padaryti vėliau).

### **Savarankiškas mokymosi rezultatų vertinimas**

Kurios ekonomiškai pagrįstos suvirinimo procedūros ir patarimai yra aktualiausi ir tinkamiausi jūsų praktikuojamiems suvirinimo procesams? Kodėl?

Ką galima sutaupyti, taikant jūsų pageidaujamus ekonomiškus suvirinimo būdus? Kaip šią naudą būtų galima išlaikyti ir padidinti?

## 5 KURSAS. Suvirinimo pagrindinių ir eksploatacinių medžiagų naudojimo kontrolė

### Kurso apimtis ir mokymosi rezultatai

**Šio kurso tikslas** - įgyti žinių ir įgūdžių apie pagrindinių ir eksploatacinių suvirinimo medžiagų kontrolę ir paskirstymą pagal žiedinės ekonomikos principus.

### Baigę šį kursą, besimokantieji gebės:

- laiku atpažinti ir signalizuoti apie perteklinio medžiagų ir suvirinimo eksploatacinių medžiagų vartojimo atvejus,
- organizuoti tinkamą metalo lakštų kokybės kontrolę, vengti taupymo praktikos naudojant pigias ir nekokybiškas medžiagas (pvz., surūdijusias, užterštas),
- su suvirinimo inžinierių pritarimu ir (arba) priežiūra parinkti ir naudoti mažiau "teršiančias" suvirinimo eksploatacines medžiagas, pavyzdžiui, kietąsias suvirinimo vietas, kurios išskiria daug mažiau teršalų nei naudojant "miltelių" pagrindo suvirinimo vielą.

### Tikslinė auditorija

**Profesijos mokytojai ir meistrai, suvirinimo darbų vadovai ir technikai (EKS 5 lygis).**

### Mokomoji medžiaga

**1 tema.** *Savalaikis medžiagų ir suvirinimo medžiagų perteklinio sunaudojimo atvejų atpažinimas ir signalizavimas.*

Straipsnyje "Kaip sumažinti energijos sąnaudas suvirinant" (2022 m. balandžio 26 d.) jo autoriai analizuoja suvirinimo energijos sąnaudų taupymo galimybes, atsižvelgiant į didelę suvirinimo įtaką per dideliu energijos suvartojimu, darančiam žalingą poveikį visuotiniam atšilimui. Jie siūlo keturis patarimus, kaip sumažinti energijos sąnaudas suvirinant:

1. Išnagrinėti suvirinimo įrangos energijos vartojimo efektyvumą, apskaičiuoti bendrąsias eksploatacines išlaidas, susijusias su įrangos energijos suvartojimu

suvirinimo metu ir neveikimo būsenoje, kad būtų galima nuspręsti dėl dabartinės suvirinimo įrangos pakeitimo naujaisiais suvirinimo įrengimais, pasižyminčiais didesniu energijos vartojimo efektyvumu, taupių apsauginių dujų naudojimu ir kitais patobulinimais.

2. Energijos suvartojimo tuščiąja eiga problemos sprendimas, naudojant įmontuotas aušinimo sistemas, kurios sumažina energijos suvartojimą tuščiąja eiga, kas leidžia pasiekti daugiau nei 80 % tuščiąja eiga suvartojamos energijos efektyvumą, taikant budėjimo režimą senesnėje suvirinimo įrangoje arba išjungiant elektros energijos tiekimą, kai suvirinimo įranga neveikia.

3. Naudojant inverterio technologiją, kuri leidžia pagaminti didesnę išeigą naudojant daug mažesnę jėgimo galią, kai jėgimo galia konvertuojama į nuolatinę srovę, gerokai sumažinant jėgimo galią ir padidinant bendrą energijos vartojimo efektyvumą.

4. Naudojant energijos naudojimo stebėjimo priemones, padedančias stebėti sunaudojamos energijos kiekį suvirinimo proceso metu, ypač taikant šioje srityje programinę įrangą ir internetines taikomas programas, kurios pateikia pagrindinius duomenis, įskaitant įtampą, suvirinimo lanką, informaciją apie šilumą ir t. t., kas padeda priimti atitinkamus sprendimus dėl energijos taupymo. Dauguma šių priemonių taip pat turi patogią vartotojui sąsają su paprastais skaitmeniniais valdikliais, kurie leidžia lengvai pasiekti turimus statistinius duomenis.

**Daugiau informacijos:** <https://usgreentechnology.com/how-to-reduce-energy-consumption-when-welding-2/>

Suvirinimo medžiagas galima tvariai kontroliuoti laikantis toliau pateiktų rekomendacijų:

1. Suvirinimo medžiagų naudojimo planavimo dokumentą turėtų parengti suvirinimo inžinieriai arba kiti atsakingi darbuotojai, ir šis dokumentas turėtų būti suvirinimo medžiagų išdavimo pagrindas apibrėžtam laikotarpiui (savaitei, 2 savaitėms ir t. t.).

2. Prieš išduodant suvirinimo elektrodus reikėtų patikrinti jų drėgnumą ir, jei reikia, elektrodus išdžiovinti.

3.Meistrai kiekvienam suvirintojui parengia specialią suvirinimo medžiagų išdavimo formą arba dokumentą, kuriame turėtų būti numatytas skirtingų rūšių elektrodų atskyrimas (pvz., mažai legiruoti / mažai vandenilio turintys elektrodai).

4.Skirtingų tipų ir savybių elektrodai turėtų būti laikomi darbo vietose skirtingose dėžėse, kad būtų išvengta netinkamo jų naudojimo.

5.Nenaudojami ir pažeisti elektrodai turėtų būti surenkami į specialias dėžes ar konteinerius, kad būtų galima juos pakartotinai naudoti arba perdirbti.

6.Suvirinimo reikmenys turėtų būti tinkamai laikomi ne aukštesnėje kaip 70 proc. santykinėje drėgmėje, saugant nuo oro ar kitų nepalankių sąlygų. Sandėliavimo patalpos turėtų būti įrengtos taip, kad išlaikytų pastovią temperatūrą esant lauko temperatūros svyravimams (šildymas, kondicionavimas).

**Daugiau informacijos:**

<https://www.canadianmetalworking.com/canadianfabricatingandwelding/product/welding/managing-welding-consumables>

**2 tema.** *Pasirinkti ir naudoti mažiau "teršiančias" suvirinimo eksploatacines medžiagas, pavyzdžiui, kietąsias suvirinimo vielas, kurios išskiria kur kas mažiau teršalų nei naudojant miltelinę suvirinimo vielą.*

Šiuo metu yra įvairių galimybių ir technologinių sprendimų, kaip sumažinti neigiamą suvirinimo eksploatacinių medžiagų poveikį aplinkai, ypač kaip spręsti suvirinimo darbo vietų ir aplinkos užterštumo suvirinimo elektrodų dūmais problemą.

Pavyzdžiui, suvirinimo dūmų kiekį galima sumažinti įprastus suvirinimo elektrodus padengus nano danga iš aliuminio (Sivapirakasam, 2015). Šerdinė suvirinimo viela prieš ją dengiant fliusu panardinama į tirpalą, kurio sudėtyje yra aliuminio izopropoksido, kad būtų gauta plona nano aliuminio oksido dangos plėvelė. Tokie elektrodai su nano danga sumažina dūmų koncentraciją suvirintojo kvėpavimo zonoje iki 62 %, palyginti su nepadengto analogo dūmų koncentracija. Taip pat pastebėta, kad labai sumažėjo metalo sudedamųjų dalių koncentracija padengtų elektrodų

dūmuose.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615008653>

Panašiai gali būti naudojami ir kiti padengti elektrodai, mažinantys dūmų susidarymą darbo vietose:

<https://www.welding-alloys.com/news/sustainability-starts-at-the-cored-wire/>

### **Savarankiško mokymosi užduotys**

Aprašykite ir aptarkite šiuo metu taikomas suvirinimo medžiagų ir eksploatacinių medžiagų naudojimo kontrolės procedūras ir praktiką. Kiek ir kaip šios procedūros ir praktika padeda taupyti suvirinimo medžiagas ir eksploatacines medžiagas?

### **Savarankiškas mokymosi rezultatų vertinimas**

Kaip kontroliuojate medžiagų ir eksploatacinių medžiagų suvirinimo procese sunaudojimą? Kaip informuojate suvirintojus apie per didelio suvartojimo riziką ir mokote juos, kaip elgtis su šia rizika?

Ar esate linkę rinktis ir naudoti mažiau "teršiančias" suvirinimo eksploatacines medžiagas, pavyzdžiui, kietąsias suvirinimo vielas, kurios išskiria kur kas mažiau teršalų, nei naudojant miltelinę suvirinimo vielą? Kokie veiksniai lemia tokį sprendimą? Kokie veiksniai neleidžia naudoti mažiau "teršiančių" suvirinimo eksploatacinių medžiagų?



# CEMIVET