



EUROPOS KOMISIJA

**Taršos integruota prevencija ir kontrolė (TIPK)**

**Informacinis dokumentas apie geriausius prieinamus gamybos  
būdus spalvotųjų metalų gavybos ir perdirbimo pramonėje**

**2001 m. gruodis**

---

## SANTRAUKA

Šis informacinis dokumentas apie geriausius prieinamus gamybos būdus (GPGB) spalvotųjų metalų gavybos ir perdirbimo pramonėje atspindi, kaip keičiamasi informacija pagal Tarybos direktyvos 96/61/EB 16 straipsnio 2 dalies reikalavimus. Dokumentą reikia nagrinėti kartu su įžanga, aprašančia dokumento tikslus ir jo taikymą.

Norint tirti sudėtingą spalvotųjų metalų gamybos sritį, rastas būdas, kaip viename dokumente apibūdinti metalų gavybą iš pirminių ir antrinių žaliavų metalus suskirstant į 10 grupių. Šios grupės:

- varis (įskaitant Sn ir Be) ir jo lydiniai,
- aliuminis,
- cinkas, švinas ir kadmis (+ Sb, Bi, In, Ge, Ga, As, Se, Te),
- taurieji metalai,
- gyvsidabris,
- ugniai atsparūs metalai,
- ferolydiniai,
- šarminiai ir žemės šarminiai metalai,
- nikelis ir kobaltas,
- anglis ir grafitas.

Anglis ir grafitas sudaro atskirą grupę, nes šių medžiagų gamyba dažnai yra susijusi su pirminio aliuminio lydyklomis. Rūdų ir koncentratų degimo bei sukepimo ir aliuminio oksido gamybos procesai taip pat atitinkamai buvo įtraukti į šias grupes. Rūdų gavyba ir jos perdirbimas išgavimo vietoje šiame dokumente nenagrinėjami.

Informacija dokumente pateikta dvylikoje skyrių: 1 skyrius skirtas bendrajai informacijai, 2 skyriuje aprašyti bendrieji procesai, toliau 3 - 12 skyriuose aprašyti dešimties metalų grupių metalurginiai procesai. 13 skyriuje pateiktos išvados ir rekomendacijos. Taip pat įtraukti priedai apie kainas ir tarptautinius reglamentus. Bendrieji procesai, aprašyti 2 skyriuje, suskirstyti taip:

- skyriaus struktūra – sudėtingi įrenginiai,
- duomenų apie išmetamus/ išleidžiamus teršalus panaudojimas ir ataskaitų rengimas,
- vadyba, projektavimas ir apmokymas,
- žaliavų išgavimas, laikymas ir tvarkymas,
- žaliavų ruošimas, pirminis perdirbimas ir jų tiekimas gamybos procesams,
- metalų gamybos procesai – krosnių tipai ir procesų valdymo būdai,
- dujų surinkimo ir taršos į orą mažinimo būdai,
- nuotekų valymas ir pakartotinis vandens panaudojimas,
- procesų likučių mažinimas, recirkuliavimas ir apdorojimas (įskaitant šalutinius produktus ir atliekas),
- energijos ir panaudotos šilumos regeneravimas,
- išmetamų/ išleidžiamų teršalų pernešimo tarp aplinkos terpių problemos,
- triukšmas ir vibracija,
- kvapai,
- saugos aspektai,
- eksploatacijos nutraukimas.

Kiekvieną iš 2 - 12 skyrių sudaro skirsniai apie taikomus procesus ir technologijas, esamus išmetamų/ išleidžiamų teršalų ir sunaudojimo lygius, technologijas, kurias reikia nagrinėti nustatant GPGB, ir išvados apie GPGB. 2 skyriuje pateikiamos išvados tik apie medžiagų tvarkymo ir laikymo, procesų valdymo, dujų surinkimo ir jų kiekio ore mažinimo, dioksinų šalinimo, sieros dioksido regeneravimo, gyvsidabrio kiekio mažinimo bei nuotekų valymo (pakartotinio vandens panaudojimo) geriausius prieinamus gamybos būdus. Norint geriau suvokti visumą, reikia perskaityti visuose skyriuose pateiktas išvadas apie GPGB.

---

## 1. Spalvotųjų metalų pramonė

ES gaminami ne mažiau 42 spalvotieji metalai, be to- ferolydiniai ir anglis bei grafitas, kuriuos naudoja metalurgijos, chemijos, statybos, transporto ir elektros generavimo (perdavimo) pramonė. Grynas varis yra labai reikalingas gaminant ir paskirstant elektros energiją, maži nikelio ar sunkialydyžių metalų kiekiai gerina plieno korozinį atsparumą ir kitas jo savybes. Spalvotieji metalai taip pat naudojami kuriant aukštas technologijas, ypač gynybos, skaičiavimo, elektronikos ir telekomunikacijų pramonėje.

Spalvotieji metalai gaminami iš įvairių pirminių ir antrinių žaliavų. Pirminės žaliavos gaunamos iš rūdų, kurios prieš metalurginį perdirbimą į žaliavinį metalą, yra iškasamos ir perdirbamos. Rūdos paprastai perdirbamos šalia kasyklų. Antrinės žaliavos yra vietinis laužas ir likučiai, kurie iš anksto gali būti šiek tiek apdorojami tam, kad nuo jų pašalinti dengiančias medžiagas.

Europos rūdų telkiniai, kuriuose metalų koncentracija būtų tinkama, yra beveik visiškai išsemti - likę tik keli vietiniai šaltiniai. Taigi daugiausia koncentratų yra importuojama iš įvairių kitų šaltinių.

Pakartotinis panaudojimas yra svarbus kai kurių metalų žaliavų tiekimo šaltinis. Varis, aliuminis, švinas, cinkas, taurieji, sunkialydyžiai ir kiti metalai gali būti regeneruoti iš jų gaminių ar likučių ir sugrąžinti į gamybos procesą neprarandant jų kokybės. Apskritai antrinės žaliavos sudaro didelę gamybos dalį. Taigi sumažinamas žaliavų ir energijos sunaudojimas.

Pramonės produktai yra išgryninti metalai arba tai, kas yra vadinama ruošiniais, t. y. metalų ir metalų lydinių lieti luitai ar kaltinės formos, presuotos formos, folija, lakštai, juostos, strypai ir t. t.

Pramonės struktūra keičiasi atsižvelgiant į metalą. Nėra įmonių, kurios gamintų visus spalvotuosius metalus, tačiau yra kelios įmonės Europoje, gaminančios kelis metalus, pvz., varį, šviną, cinką, kadmį ir t. t.

Metalus ir metalų lydinius gaminančių įmonių dydis Europoje yra įvairus: yra kelios įmonės, kuriose dirba daugiau kaip 5 000 žmonių, ir daug įmonių, turinčių nuo 50 iki 200 darbuotojų. Įmonių nuosavybės forma taip pat yra įvairi: tai gali būti visos Europos ir nacionalinės metalų gamybos, pramoninės holdingo, autonominės atvirosios akcinės bendrovės ir privačios kompanijos.

Kai kurie metalai yra svarbūs kaip mikroelementai, tačiau jie gali būti nuodingi- metalai, jonai ar junginiai- būdami didesnės koncentracijos, todėl daugelis metalų yra įtraukti į įvairius toksiškų medžiagų sąrašus. Didžiausią rūpestį kelia švinas, kadmis ir gyvsidabris.

## 2. Aplinkosaugos problemos spalvotųjų metalų gavybos pramonėje

Pagrindinės daugelio spalvotųjų metalų gavybos iš pirminių žaliavų aplinkosaugos problemos yra galimas dulkių ir metalų (metalų junginių), taip pat sieros dioksido, jei deginami arba lydomi sulfidų koncentratai arba naudojamos sieros turinčios kuro rūšys ar kitos medžiagos, išmetimai į orą. Taigi sieros sugavimas ir jos regeneravimas ar pašalinimas yra svarbus spalvotųjų metalų gamybos veiksnys. Pirometalurginiai procesai yra galimi dulkių ir metalų išmetimų iš krosnių, reaktorių ir lydyto metalo gabenimo įrangos šaltiniai.

Energijos sunaudojimas ir šilumos bei energijos regeneravimas yra svarbūs spalvotųjų metalų gamybos veiksniai. Jie priklauso nuo efektyvaus sulfidinių rūdų energijos panaudojimo, proceso stadijų energijos poreikių, naudojamos energijos tipo bei tiekimo būdo ir efektyvių šilumos regeneravimo būdų naudojimo. Pavyzdžiai yra pateikti dokumento 2 skyriuje.

Spalvotuosius metalus gaminant iš antrinių žaliavų pagrindinės aplinkosaugos problemos taip pat yra siejamos su iš įvairių krosnių ir gabenimo priemonių išmetamomis dujomis, kuriose yra dulkių, metalų, o kai kuriose proceso stadijose pasitaiko ir rūgščiųjų dujų. Dėl nedidelių chloro kiekių antrinėse žaliavose gali susidaryti dioksinai; tad reikia spręsti dioksinų ir lakių organinių junginių suardymo ir (arba) sulaikymo problemas.

---

Pagrindinės aplinkosaugos problemos gaminant pirminį aliuminį yra polifluorintų angliavandenilių ir fluoridų susidarymas vykdant elektrolizę, kietųjų atliekų susidarymas voniose ir kietųjų atliekų susidarymas gaminant aliuminio oksidą.

Kietųjų atliekų susidarymas yra problema gaminant cinką ir kitus metalus jų atskyrimo nuo geležies stadijoje.

Kituose procesuose naudojami pavojingi reagentai, pvz., HCl, HNO<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub> ir organiniai tirpikliai išplovimui bei gryninimui. Naudojant pažangias gamybos technologijas galima šias medžiagas sulaikyti, regeneruoti ir panaudoti pakartotinai. Svarbus klausimas yra reaktorių sandarumas.

Šių procesų dujos dažniausiai yra valomos naudojant audeklinius filtrus - taip sumažinamas dulkių ir metalų junginių, pvz., švino kiekis. Dujų valymas naudojant šlapio valymo skruberius ir elektrostatinus filtrus yra ypač efektyvus proceso dujoms, iš kurių sieros rūgšties gamyklose yra regeneruojama siera. Kai kuriais atvejais, jei dulkės yra abrazyvinės ar sunkiai filtruojamos, šlapio valymo skruberiai taip pat yra efektyvūs. Atsitiktinių išmetimų prevencijai svarbios priemonės yra krosnių sandarinimas ir uždaros gabenimo bei laikymo priemonės.

Taigi pagrindinės metalų gamybos procesų problemų sudėtinės dalys atskirai kiekvienai metalų grupei yra šios:

- Vario gamyba: SO<sub>2</sub>, dulkės, metalų junginiai, organiniai junginiai, nuotekos (metalų junginiai), likučiai- krosnių išklojos, dumblas, filtrų dulkės ir šlakas. Dioksinų susidarymas perdurbant antrines medžiagas iš vario taip pat yra problema.
- Aliuminio gamyba: fluoridai (įskaitant HF), dulkės, metalų junginiai, SO<sub>2</sub>, COS, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai, lakūs organiniai junginiai (LOJ), šiltnamio dujos (polifluorinti angliavandeniliai ir CO<sub>2</sub>), dioksinai, chloridai ir HCl. Likučiai, pvz., boksitų likučiai, panaudotų vonių išklojos, filtrų dulkės ir druskingas šlakas bei nuotekos (alyva ir amoniakas).
- Švino, cinko ir kadmio gamyba: dulkės, metalų junginiai, LOJ (įskaitant dioksinus), kvapai, SO<sub>2</sub>, kitos rūgščiosios dujos, nuotekos (metalų junginiai), likučiai, pvz., dumblas, daug geležies turintys likučiai, filtrų dulkės ir šlakas.
- Taurių metalų gamyba: LOJ, dulkės, metalų junginiai, dioksinai, kvapai, NO<sub>x</sub>, kitos rūgščiosios dujos, pvz., chloras ir SO<sub>2</sub>. Likučiai, pvz., dumblas, filtrų dulkės ir šlakas bei nuotekos (metalų ir organiniai junginiai).
- Gyvsidabrio gamyba: gyvsidabrio garai, dulkės, metalų junginiai, kvapai, SO<sub>2</sub>, kitos rūgščiosios dujos, nuotekos (metalų junginiai), likučiai, pvz., dumblas, filtrų dulkės ir šlakas.
- Sunkialydzlių metalų, kietlydinių miltelių ir metalų karbidų gamyba: dulkės, kietlydiniai ir metalų junginiai, nuotekos (metalų junginiai), likučiai, pvz., dumblas, filtrų dulkės ir šlakas. Gaminant tantalą ir niobį yra naudojamos cheminės labai toksiškos medžiagos, pvz., vandenilio fluoridas (HF). Į tai reikia atsižvelgti šias medžiagas tvarkant ir laikant.
- Ferolydinių gamyba: dulkės, metalų junginiai, CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, energijos regeneravimas, nuotekos (metalų junginiai), likučiai, pvz., filtrų dulkės, dumblas ir šlakas.
- Šarminių ir žemės šarminių metalų gamyba: chloras, HCl, dioksinai, SF<sub>6</sub>, dulkės, metalų junginiai, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, nuotekos (metalų junginiai), likučiai, pvz., dumblas, aluminatas, filtrų dulkės ir šlakas.
- Nikelio ir kobalto gamyba: LOJ, CO, dulkės, metalų junginiai, kvapai, SO<sub>2</sub>, chloras ir kitos rūgščiosios dujos, nuotekos (metalų junginiai ir organiniai junginiai), likučiai, pvz., dumblas, filtrų dulkės ir šlakas.
- Anglies ir grafito gamyba: policikliniai aromatiniai angliavandeniliai, dulkės, kvapai, SO<sub>2</sub>, nuotekų prevencija, likučiai, pvz., filtrų dulkės.

### 3. Taikomi procesai

Žaliavų, apdorojamų įvairioje įrangoje, diapazonas yra platus, nes taikomi įvairūs metalurginiai gamybos procesai. Labai dažnai proceso pasirinkimą sąlygoja žaliavos. Šiose lentelėse pateikta spalvotųjų metalų gamybai naudojamų krosnių suvestinė:

<b>Krosnys</b>	<b>Metalai</b>	<b>Naudojamos medžiagos</b>	<b>Pastabos</b>
Džiovykla su garų gyvatuku Pseudoverdančiojo sluoksnio džiovykla Purkštuvinė džiovykla	Varis ir kai kurie kiti	Koncentratai	
Sukamoji krosnis	Daugumos metalų džiovinimas. ZnO garinimas. Aliuminio oksido kalcinavimas, Ni ir ferolydiniai. Fotojuostų deginimas tauriesiems metalams išskirti. Alyvos šalinimas nuo Cu ir Al laužo.	Rūdos, koncentratai ir įvairus metalo laužas bei likučiai.	Džiovinimas, kalcinavimas ir garinimas.  Naudojama kaip deginimo krosnis.
Pseudoverdančiojo sluoksnio krosnis	Varis ir cinkas Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Koncentratai. Al(OH) <sub>3</sub>	Kalcinavimas ir degimas.
Tiesioginio tiekimo sukepimo mašina	Cinkas ir švinas.	Koncentratai ir antrinės žaliavos.	Sukepimas.
Atbulinio tiekimo sukepimo mašina	Cinkas ir švinas.	Koncentratai ir antrinės žaliavos.	Sukepimas.
Sukepimo mašina su plieniniu konvejeriu	Geležies lydiniai, Mn, Nb.	Rūda.	Galimi kiti taikymo būdai
<i>Herreshoff</i> krosnis	Gyvsidabris. Molibdenas (renio regeneravimas)	Rūdos ir koncentratai.	Degimas, kalcinavimas.

**Džiovinimo, degimo, sukepimo ir kalcinavimo krosnys**

<b>Krosnis</b>	<b>Metalai</b>	<b>Naudojamos medžiagos</b>	<b>Pastaba</b>
Uždarojo tipo tigliai su klotiniu iš ugniai atsparios medžiagos	Sunkialydziai metalai, specialieji ferolydiniai	Metalų oksidai	
Atviras tiglis	Sunkialydziai metalai, specialieji ferolydiniai	Metalų oksidai	
<i>Baiyin</i> krosnis	Varis	Koncentratai	
Elektros lanko krosnis	Ferolydiniai	Koncentratai, rūda	
<i>Contop</i> /ciklonas	Varis	Koncentratai	
Elektros lanko krosnis su flisu	Taurieji metalai, varis, ferolydiniai	Šlakas, antrinės žaliavos, koncentratai	Ferolydiniais gaminti naudojama atviro, pusiau uždaro ir uždaro tipo
Sukamoji krosnis	Aliuminis, švinas, varis, taurieji metalai	Laužas ir kitos antrinės žaliavos, konverterinis varis	Oksidavimas ir reakcija su substratu
Apverčiama sukamoji krosnis	Aliuminis	Laužas ir kitos antrinės žaliavos	Sumažina druskos fliso naudojimą
Atšvaitinė krosnis	Aliuminis, varis, kiti	Laužas ir kitos antrinės žaliavos, konverterinis varis	Cu koncentratų lydimas kitur pasaulyje
<i>Vanyucovo</i> krosnis	Varis	Koncentratai	
<i>ISA Smelt/Ausmelt</i>	Varis, švinas	Tarpiniai produktai, koncentratai ir antrinės žaliavos	
<i>QSL</i>	Švinas	Koncentratai ir antrinės žaliavos	
<i>KIVCET</i>	Švinas Varis	Koncentratai ir antrinės žaliavos	
<i>Noranda</i> krosnis	Varis	Koncentratai	
<i>El Teniente</i> krosnis	Varis	Koncentratai	
TBRC TROF	Varis (TBRC), tauriejitaurieji metalai	Daugiausia antrinės žaliavos, įskaitant šlamą	
Mini lydykla	Varis/švinas/alavas	Laužas	
Aukštakrosnė ir <i>ISF</i>	Švinas, švinas/cinkas, varis, tauriejitaurieji metalai, labai anglingas feromanganas	Koncentratai, daugiausia antrinės žaliavos	Feromangano gamybai naudojama tik kartu su energijos regeneravimu
<i>Inco Flash</i> krosnis	Varis, nikelis	Koncentratai	
<i>Outokumpu Flash</i> krosnis	Varis, nikelis	Koncentratai	
<i>Mitsubishi</i> procesas	Varis	Koncentratai ir anodų laužas	
<i>Peirce Smith</i>	Varis (konverterinis), ferolydiniai, metalų oksidų gamyba	Šteinas ir anodų laužas	
<i>Hoboken</i>	Varis (konverterinis)	Šteinas ir anodų laužas	
<i>Outokumpu Flash</i> konverteris	Varis (konverterinis)	Šteinas	
<i>Noranda</i> konverteris	Varis (konverterinis)	Šteinas	
<i>Mitsubishi</i> konverteris	Varis (konverterinis)	Šteinas	

#### **Pirminio lydymo ir rafinavimo krosnys**

Krosnis	Metalai	Naudojamos medžiagos	Pastaba
Indukcinė	Dauguma metalų	Pirminio lydymo metalas ir laužas	Priverstinis maišymas skatina lydinių susidarymo procesą. Kai kuriems metalams gali būti naudojamas vakuumas
Elektronų pluošto zoninė	Sunkialydziai metalai	Pirminio lydymo metalas ir laužas	
Sukamoji	Aliuminis, švinas	Įvairios laužo rūšys	Jei matricos sudėtingos, naudojami flusai ir druskos
Atšvaitinė	Aliuminis (pirminis ir antrinis)	Įvairios laužo rūšys	Vonios ar pado konfigūracija gali būti įvairi. Lydymas ar temperatūrinis išlaikymas
Nepertraukiamo lydymo	Varis	Anodinis varis, naujas laužas ir konverterinis varis	Integruota krosnių sistema
Šachtinė	Varis	Katodinis varis ir naujas laužas	Redukcinės sąlygos
Būgninė ( <i>Thomas</i> )	Varis	Vario laužas	Lydymas, pirometalurginis rafinavimas
Kaitinimo tigliai (netiesioginio kaitinimo tigliai)	Švinas, cinkas	Naujas laužas	Lydymas, rafinavimas, lydinių gamyba
Tiesioginio kaitinimo tigliai	Taurieji metalai	Pirminio lydymo metalas	Lydymas, lydinių gamyba

#### Antrinio lydymo krosnys

Metalamis iš rūdų gauti naudojami hidrometalurginiai procesai. Prieš išgavimą ir rafinavimą elektrolizės būdu metalai iš įvairių kalcinavimo produktų, rūdų ir koncentratų ištirpinami naudojant rūgštis ir šarmus (NaOH, kartais Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Medžiaga, iš kurios metalai išplaunami, paprastai yra oksidai; tai arba rūdoje esantys oksidai arba degimo būdu gauti oksidai. Taip pat kai kurie koncentratai ar šteinai tiesiogiai išplaunami esant aukštesniam arba atmosferiniam slėgiui. Kai kurios vario sulfidų rūdos gali būti išplautos sieros rūgštimi ar naudojant kitas terpes, kartais oksidavimui ir tirpinimui pagreitinti naudojamos natūralios bakterijos, tačiau šiuo atveju yra didelė laikymo trukmė.

Atitinkamoms tirpinimo sąlygoms sudaryti į išplovimo sistemas gali būti tiekiamas oras, deguonis, chloras ar geležies (III) chlorido tirpalai. Metalams rafinuoti ir išgauti išplovimo būdu gauti tirpalai yra apdorojami įvairiais būdais. Įprasta praktika norint taupyti rūgščių ir šarmų tirpalus yra, jei įmanoma, panaudotų tirpalų grąžinimas į išplovimo stadiją.

#### 4. Išmetamų/išleidžiamų-teršalų ir sunaudojimo lygiai

Žaliavų pasirinkimas taip pat yra reikšmingas veiksnys, turintis įtakos energijos sunaudojimui, susidariusių likučių ir kitų naudojamų medžiagų kiekiui. Pavyzdžiu galėtų būti priemaišų šalinimas, pvz., su šlakais šalinama geležis; esantis priemaišos kiekis lemia gauto šlako ir suvartotos energijos kiekį.

Į aplinką išmetamų/išleidžiamų teršalų kiekis priklauso nuo teršalų surinkimo arba išmetimų mažinimo sistemų. Taršos mažinimo procesų lygiai, kaip ataskaita pateikti keičiantis informacija, apibendrinti šioje lentelėje:

Mažinimo būdas	Ataskaitose nurodytas emisijų lygis			Savitoji emisija (kiekis 1 t pagaminto metalo)
	Komponentas	Mažiausias kiekis	Didžiausias kiekis	
Audeklinis filtras, karštų dujų elektrostatinis filtras ir ciklonas	Dulkės (metalai priklausomai nuo sudėties)	< 1 mg/Nm <sup>3</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup>	100 - 6000 g/t
Anglies filtras	Bendra anglis	< 20 mg/Nm <sup>3</sup>		
Terminis degintuvas (įskaitant greitą aušinimą dioksinų kiekiui sumažinti)	Bendra anglis	< 2 mg/Nm <sup>3</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup>	10 - 80 g/t
	Dioksinai (TEQ)	< 0.1 ng/Nm <sup>3</sup>	5 ng/Nm <sup>3</sup>	5 - 10 µg/t
	Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (EPA)	< 1 µg/Nm <sup>3</sup>	2500 µg/Nm <sup>3</sup>	
	HCN	< 0,1 mg/Nm <sup>3</sup>	10 mg/Nm <sup>3</sup>	
Šlapio ar pusiau sauso valymo skruberis	SO <sub>2</sub>	< 50 mg/Nm <sup>3</sup>	250 mg/Nm <sup>3</sup>	500 - 3000 g/t
	Angliavandeniliai	<10 mgC/Nm <sup>3</sup>	200 mgC/Nm <sup>3</sup>	
	Chloras	< 2 mg/Nm <sup>3</sup>		
Aliuminio oksido skruberis	Dulkės	< 1 mg/Nm <sup>3</sup>	20 mg/Nm <sup>3</sup>	
	Angliavandeniliai	< 1 mg C/Nm <sup>3</sup>	50 mg C/Nm <sup>3</sup>	
	Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (EPA)	< 20 µg/Nm <sup>3</sup>	2000 µg/Nm <sup>3</sup>	
Chloro regeneravimas	Chloras	< 5 mg/Nm <sup>3</sup>		
Optimizuotas degimas (mažo NO <sub>x</sub> kiekio degiklis)	NO <sub>x</sub>	10 mg/Nm <sup>3</sup>	500 mg/Nm <sup>3</sup>	
Cheminio oksidavimo skruberis	NO <sub>x</sub>		< 100 mg/Nm <sup>3</sup>	
Sieros rūgšties gamykla, ataskaitoje pateiktos SO <sub>2</sub> konversijos vertės	dvigubo kontakto	99,3 %	99,7%	1 - 16 kg/t
	viengubo kontakto	95	99,1%	
Aušintuvas, elektrostatinis filtras, sugėrimas kalkėmis arba anglimis ir audeklinis filtras	Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (EPA)	0.1 mg/Nm <sup>3</sup>	6 mg/Nm <sup>3</sup>	
	Angliavandeniliai	20 mg C/Nm <sup>3</sup>	200 mg C/Nm <sup>3</sup>	

#### Nurodyti emisijų lygiai

Procesų dujos yra sugaudoamos ir valomos audekliniais filtrais, kad sumažinti išmetamų dulkių ir metalų junginių - tokių kaip švino, kiekį. Šiuolaikiniai audiniai leidžia gerokai pagerinti filtrų veiksmingumą, patikimumą ir ilgaamžiškumą. Dioksinams ir lakiems organiniams junginiams pašalinti naudojami terminiai degintuvai bei absorbcija anglimi.

Nesugaudytos procesų dujos ar atsitiktiniai dujiniai išmetimai nėra apdorojami. Atsitiktiniai dulkių išmetimai, atsirandantys žaliavas laikant, tvarkant ir pirminio žaliavų apdorojimo metu, taip pat vaidina svarbų vaidmenį. Tai galioja pirminei bei antrinei gamybai, nes tokių išmetamų teršalų kiekis gali būti daug



didesnis nei sulaikomų ir pašalintų teršalų. Būtinai kruopštus gamyklos ir proceso operacijų projektavimas, kad būtų galima sulaikyti ir apdoroti procesų dujas tais atvejais, kai atsitiktiniai išmetimai reikšmingi. Ši lentelė rodo, kad atsitiktiniai arba nesurenkami išmetimai vaidina svarbų vaidmenį:

	Dulkių išmetimai, kg/metus	
	Prieš papildomą antrinį dujų surinkimą (1992)	Po papildomo antrinio dujų surinkimo (1996)
Anodų gamyba, t/metus	220 000	325 000
Atsitiktiniai išmetimai		
Visa lydykla	66 490	32 200
Lydyklos skliautai	56 160	17 020
Pirminiai išmetimai per vario lydyklos kaminą Lydykla/rūgštis įrenginys	7 990	7 600
Kamino antriniai gaubtai	2 547	2 116

#### Sumažintų ir atsitiktinių dulkių apkrovų pirminio vario lydykloje palyginimas

Dažniausiai naudojamos uždaro aušinimo ir gamybinių procesų vandens sistemos, tačiau vis dar pasitaiko, kad sunkieji metalai išleidžiami į vandenį. Vandens sunaudojimo ir nuotekų susidarymo mažinimo bei procesų vandens valymo metodai apžvelgti 2 skyriuje.

Likučių susidarymas yra taip pat svarbus faktorius, nes juose dažnai būna metalų, kuriuos galima regeneruoti, todėl įprasta praktika būtų likučių panaudojimas metalams išgauti vietoje ar kitais įrenginiais. Dauguma gaminamų šlakų yra inertiški, neišplaunami ir plačiai naudojami civilinėje statyboje. Kiti šlakai, pvz., druskų, gali būti perdirbami kitiems komponentams, kurie būtų naudojami kitose pramonės šakose, išgauti. Tačiau pramonė turi garantuoti, kad šios regeneravimo operacijos bus vykdomos laikantis griežtų aplinkosaugos standartų.

## 5. Pagrindinės išvados apie GPGB

Pasikeitimas informacija rengiant spalvotųjų metalų gavybos GPGB informacinį dokumentą leido padaryti išvadas apie GPGB, taikomus gamybos ir susijusiuose procesuose. Taigi norint visiškai susipažinti su GPGB ir su procesuose susidaranciais teršalais, reikia perskaityti kiekvieno skyriaus skirsnius, aprašančius GPGB. Toliau yra apibendrinami pagrindiniai rezultatai.

### • Veiksmai prieš pradėdant gamybą

Labai svarbūs veiksniai yra gamybos procesų valdymas, gamybos procesų ir taršos mažinimo sistemų priežiūra bei kontrolė. Dar vienas svarbus veiksnys aplinkos taršos prevencijos požiūriu yra gera parengimo praktika, aiškios instrukcijos dirbantiesiems ir jų motyvacija. Tinkami žaliavų tvarkymo būdai gali užkirsti kelią nekontroliuojamiems išmetimams. Kiti svarbūs būdai:

- naujų procesų diegimo ar naujų žaliavų naudojimo pasekmių aplinkai analizė ankstyvosiose projektavimo stadijose vėliau reguliariai peržiūrint,
- proceso projektavimas taip, kad būtų galima panaudoti numatyto diapazono žaliavas. Gali iškilti rimtų problemų, pvz., jei dujų tūriai yra per dideli ar medžiagai perdirbti energijos sunaudojama daugiau nei buvo numatyta. Projektavimo stadija ekonominiu požiūriu yra pati tinkamiausia proga gerinti gamyklos poveikio aplinkai bendrą veiksmingumą,
- auditų išvadų panaudojimas projektavimui ir sprendimų priėmimui norint parodyti, kaip buvo atsižvelgta į įvairias gamybos ir išmetamų teršalų kiekio mažinimo galimybes,
- naujos ar modifikuotos gamyklos paleidimo procedūrų planavimas.

Šioje lentelėje yra apibendrinti žaliavų laikymo ir tvarkymo GPGB atsižvelgiant į žaliavų tipą ir charakteristikas.

<b>Žaliava</b>	<b>Metallų grupės</b>	<b>Tvarkymo būdas</b>	<b>Laikymo būdas</b>	<b>Pastabos</b>
Koncentratai:	Visos, jei susidaro dulkės	Uždari konvejeriai ar pneumatinis tiekimas	Uždaras pastatas	Vandens taršos prevencija
	Visos, jei nesusidaro dulkės	Dengti konvejeriai	Dengta saugykla	
Smulkiagrūdė medžiaga (pvz., metallų milteliai)	Sunkialydžiai metallai	Uždari konvejeriai ar pneumatinis tiekimas Dengti konvejeriai	Uždaros statinės, bunkeriai ir rezervuarai birioms medžiagoms laikyti	Vandens taršos ir atsitiktinių teršalų prevencija
Antrinės žaliavos:	Visos, kai dideli gabalai	Mechaninis krautuvas	Atvira vieta	Vandens taršos ar reakcijos su vandeniu prevencija. Nuotekų, turinčių alyvos nuo metalo drožlių, išleidimas
	Visos, kai maži gabalai	Skipiniai keltuvai	Dengti aptvarai	
	Visos, kai smulki medžiaga	Tvarkomos po gaubtu arba yra aglomeruojamos	Uždara vieta, jei žaliavos dulkėtos	
Fliusai:	Visos, jei susidaro dulkės	Uždari konvejeriai ar pneumatinis tiekimas	Uždaras pastatas	Vandens taršos prevencija
	Visos, jei nesusidaro dulkės	Dengti konvejeriai	Dengtos saugyklos	
Kietas kuras ir koksas:	Visos	Dengti konvejeriai, jei nesusidaro dulkės	Dengtos saugyklos, jei nesusidaro dulkės	
Skysto kuro rūšys ir LPG	Visos	Aukštai iškelti vamzdynai	Laikymas sertifikuotoje vietoje Pylimu apsaugotos vietos	Oro šalinimas iš tiekimo linijų
Procesų dujos:	Visos	Aukštai iškelti vamzdynai Sumažinto slėgio vamzdynas (chloras, CO)	Laikymas sertifikuotoje vietoje	Slėgio mažinimo kontrolė, pavojaus apie nuodingas dujas signalai
Tirpikliai	Cu, Ni, Zn grupė, taurieji metallai, anglis	Aukštai iškelti vamzdynai Rankiniu būdu	Statinės, talpyklos	Oro šalinimas iš tiekimo linijų
Produktai: katodai, strypai, ruošiniai, luitai, briketai ir t.t.	Visos	Pagal sąlygas	Atvira betonuota vieta ar dengta saugykla	Atitinkama kanalizacijos sistema
Regeneravimui skirti procesų likučiai	Visos	Pagal sąlygas	Atvira, dengta ar uždara vieta, atsižvelgiant į dulkių susidarymą ir reakciją su vandeniu	Atitinkama kanalizacijos sistema
Šalinamos atliekos (pvz., krosnių išklojos)	Visos	Pagal sąlygas	Atviri, dengti ar uždari aptvarai ar sandarios statinės, atsižvelgiant į medžiagą	Atitinkama kanalizacijos sistema

#### **Žaliavų laikymo ir tvarkymo GPGB suvestinė**

Krosnių konstrukcija, tinkamų pirminio apdorojimo metodų taikymas ir procesų kontrolė buvo identifikuotos kaip svarbios GPGB savybės.

---

Žaliavų maišymas procesui optimizuoti neleidžia naudoti netinkamas medžiagas ir maksimaliai padidina proceso našumą. Įkrovos medžiagų bandinių ėmimas bei analizė ir kai kurių medžiagų atskyrimas yra svarbūs šios technologijos veiksniai.

Gera konstrukcija, priežiūra ir monitoringas yra svarbūs visoms proceso ir teršalų kiekio mažinimo stadijoms. Bandinių ėmimas ir išmetimų į aplinką monitoringas turi būti atliekami nacionaliniais arba tarptautiniais standartiniais metodais. Būtina kontroliuoti svarbius parametrus, kurie gali būti panaudoti proceso kontrolei ar taršos mažinimui reguliuoti. Jei įmanoma, reikalinga nepertraukiamai vykdyti pagrindinių parametrų stebėseną.

#### • **Procesų kontrolė**

Procesų kontrolės technologijos, suprojektuotos optimaliems parametrams, pvz., temperatūrai, slėgiui, dujinių komponentų koncentracijai, kitiems kritiniams procesų parametrams matuoti ir palaikyti, yra GPGB.

Žaliavų bandinių ėmimas ir analizė leidžia kontroliuoti įrenginio darbo sąlygas. Norint pasiekti optimalų perdurbimo našumą ir sumažinti teršalų bei atliekų kiekį, įvairias įkrovos medžiagas būtina gerai sumaišyti.

Įkrovos svėrimo ir dozavimo sistemų, mikroprocesorių naudojimas medžiagų tiekimo srautui, kritiniams procesų bei degimo parametrams ir dujų įleidimui kontroliuoti leidžia optimizuoti procesų operacijas. Šiuo tikslu galima matuoti kelis parametrus bei numatyti kritinių parametrų signalizavimo slenksčius. Kontrolės priemonės yra:

- temperatūros, krosnies slėgio (ar slėgio sumažėjimo) ir dujų tūrio ar srauto tiesioginis monitoringas,
- dujinių komponentų ( $O_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ , dulkių,  $NO_x$  ir t. t.) monitoringas,
- tiesioginis vibracijų monitoringas užsikimšimams ir galimiems įrangos gedimams aptikti,
- tiesioginis elektrolizės procesų srovės ir įtampos monitoringas,
- tiesioginis išmetamųjų/išleidžiamųjų teršalų monitoringas kritiniams procesų parametrams kontroliuoti,
- lydymo krosnių temperatūros monitoringas ir reguliavimas siekiant išvengti metalų ir metalų oksidų garų susidarymo dėl per aukštos temperatūros.

Operatoriai, inžinieriai ir kiti darbuotojai turi būti visą laiką apmokomi. Būtina nuolat vertinti, kaip jie moka naudotis darbo instrukcijomis, taiko šiuolaikinius kontrolės metodus, žino pavojaus signalų reikšmes ir veiksmus, kurių reikia imtis pasigirdus pavojaus signalams.

Priežiūros lygių optimizavimas leidžia pasinaudoti pirmiau išvardintomis priemonėmis ir palaikyti operatorių atsakomybę.

#### • **Dujų surinkimas ir teršalų kiekio mažinimas**

Išmetamųjų dujų surinkimo sistemos turi turėti krosnių arba reaktorių sandarinimo sistemas ir būti suprojektuotos sumažintam slėgiui palaikyti, kad būtų išvengta nuotėkių ir atsitiktinių išmetimų. Sistemos turi garantuoti krosnies arba virš krosnies uždėtų gaubtų sandarumą. Pavyzdžiai būtų šie: medžiagos įkrovimas per elektrodus; įkrovimas per pūstuvus ar vamzdžius ir tvirtų pasukamųjų sklendžių naudojimas tiekimo sistemose. Antrinis išmetamųjų dujų surinkimas yra brangus ir sunaudoja daug energijos, tačiau yra būtinas kai kurioms krosnims. Turi būti naudojamos sistemos, galinčios aptikti ir nuolat nukreipti išmetamąsias dujas nuo susidarymo šaltinio.

Paprastai dulkėms ir atitinkamiems metalams šalinti geriausiai tiktų audekliniai filtrai (po šilumos regeneravimo ar dujų ataušinimo), jei naudojamos šiuolaikinės dilimui atsparios medžiagos; šiuo atveju dalelės yra atitinkamo dydžio ir gedimui aptikti taikomas nepertraukiamas monitoringas. Šiuolaikinės filtrų medžiagos (pvz., naudojamos membraniniams filtrams) gerokai pagerina filtrų efektyvumą, patikimumą ir ilgaamžiškumą, taigi jų naudojimas atsiperka per vidutinį naudojimo trukmės laiką. Filtrai gali būti naudojami esamuose įrenginiuose ir gali būti įrengti darant priežiūros darbus. Jie turi maišo plyšimo aptikimo sistemas ir tiesioginio valymo priemones.

---

Renkant lipnias arba abrazyvines dulkes gali būti veiksmingi šlapio valymo elektrostatiniai filtrai ar skruberiai, jei jie suprojektuoti atitinkamam taikymui.

Dujų apdorojimas lydymo ar deginimo stadijoje turi apimti sieros dioksido šalinimą ir (arba) deginimą degintuve, jei manoma, jog tai yra būtina, norint išvengti oro kokybės problemų vietos, regiono ar didesnių atstumų požiūriu, arba jei dujose gali būti dioksinų.

Keičiantis žaliavų sudėčiai, teršalų sudėtis ir jų fizikinė būsena- susidarančių dulkių dydis ir fizikinės savybės- gali keistis. Šie aspektai turi būti įvertinti vietoje.

#### • **Dioksinų susidarymo prevencija ir jų suskaidymas**

Į dioksinų buvimą arba jų susidarymą procesų metu turi būti atsižvelgta vykdant daugelį pirometalurginių procesų, naudojamų spalvotiesiems metalams gaminti. Konkretūs pavyzdžiai yra pateikti informacinio dokumento metalams skirtuose skyriuose, ir šiais atvejais GPGB laikomos toliau pateiktos dioksinų susidarymo prevencijos ir susidariusių dioksinų suardymo technologijos. Gali būti taikomas šių technologijų derinys. Atrodo, kad kai kurie spalvotieji metalai gali iš naujo katalizuoti dioksinų sintezę, taigi kartais dujas reikia išvalyti prieš jas valant nuo dioksinų.

- Laužo įkrovos kokybės kontrolė priklausomai nuo naudojamo proceso. Teisingai paruoštos krosnies įkrovos naudojimas konkrečiai krosniai arba procesui. Atranka ir rūšiavimas, kurie neleistų pridėti žaliavų, užterštų organinėmis medžiagomis ar dioksinų pirmtakais, gali sumažinti dioksinų susidarymą.
- Gerai sukonstruotų ir eksploatuojamų degintuvų naudojimas ir greitas karštų dujų temperatūros mažinimas iki  $< 250^{\circ}\text{C}$ .
- Optimalių degimo sąlygų naudojimas. Deguonies įpūtimas į krosnies viršutinę dalį, jei tai yra būtina, siekiant garantuoti visišką krosnies dujų sudeginimą.
- Sugėrimas aktyvintomis anglimis nejudamojo ar judamojo sluoksnio reaktoriuje arba anglių įpurškimas į dujų srautą ir pašalinimas filtro dulkių pavidalu.
- Labai efektyvus dulkių pašalinimas, pvz., keraminiais filtrais, didelio efektyvumo audekliniais filtrais ar dujų valymo įrenginių eilės statymas prieš sieros rūgšties gamybos įrenginį.
- Katalizinio oksidavimo stadijos taikymas arba audeklinių filtrų su katalizatoriaus danga naudojimas.
- Surinktų dulkių apdorojimas aukštos temperatūros krosnyse dioksinams suardyti ir metalams regeneruoti.

Teršalų koncentracijos diapazonas taikant pirmiau nurodytas technologijas yra  $<0,1 - 0,5 \text{ ng/Nm}^3 \text{ TEQ}$ , priklausomai nuo žaliavos rūšies, pirminio ar antrinio lydymo proceso ir dioksinų šalinimo metodo ar metodų derinio.

#### • **Metalurginiai procesai**

Kadangi gamyklos gali naudoti labai įvairias pramonines žaliavas, į daugumos metalų grupių GPGB skyrius buvo būtina įtraukti įvairius metalų gavybos procesus. Labai dažnai proceso pasirinkimą lemia žaliavos, todėl krosnies tipas turi mažesnę įtaką GPGB parinkimui, ypač jei krosnis suprojektuota naudojamoms žaliavoms ir kur įmanoma taikomas energijos regeneravimas.

Yra išimčių. Pvz., vonių su termiškai apdorotais perforuotais anodais ir aliuminio oksido tiekimu į vonios centrą iš kelių vietų procesas yra identifikuojamas kaip pirminio aliuminio GPGB, sandarių krosnių naudojimas siekiant surinkti didelės šilumingumo vertės dujas taip pat laikomas kai kurių ferolydinių gamybos GPGB. Atšvaitinė krosnis gaminant pirminį varį nelaikoma GPGB. Kiti įtakos turintys pagrindiniai veiksniai yra žaliavų įkrovos ruošimas, procesų kontrolė, išmetamųjų dujų valdymas ir surinkimas. Pagal svarbą pasirenkant naują ar modifikuotą procesą nustatytas toks eiliškumas:

- Pirminis terminis ar mechaninis antrinių žaliavų apdorojimas siekiant sumažinti įkrovos užteršimą organinėmis medžiagomis.

- Sandarių krosnių ar kitos procesų įrangos naudojimas, kad nesusidarytų nekontroliuojamų išmetimų, būtų regeneruojama šiluma ir proceso dujos surenkamos kitiems tikslams (pvz., CO kurui ir SO<sub>2</sub> sieros rūgščiai gaminti) ar teršalų kiekiui jose mažinti.
- Pusiau sandarių krosnių naudojimas, jei nėra sandarių krosnių.
- Medžiagų gabenimo tarp procesų sumažinimas iki minimumo.
- Jei toks medžiagų gabenimas yra neišvengiamas, latakų naudojimas vietoje pilstomųjų kaušų išlydytoms medžiagoms gabenti.
- Kartais taikant tik tokias technologijas, kurios nenaudoja išlydytų medžiagų gabenimo, gali būti neįmanoma regeneruoti kai kurių antrinių žaliavų, kurios patektų į nuotekų srautus. Tokiais atvejais tinka antrinis ar tretinis išmetamųjų dujų surinkimas, kad šios medžiagos galėtų būti regeneruotos.
- Konstrukcijos su gaubtais ir vamzdynais išmetamoms dujoms, atsirandančioms dėl karšto metalo, šteino ar šlako gabenimo ir išleidimo, surinkti.
- Siekiant apsisaugoti nuo išmetamųjų dujų išleidimo į atmosferą, apie krosnį ar reaktorių gali būti reikalingi gaubtai.
- Jei manoma, kad pirminio pašalinimo ir gaubto naudojimo gali nepakakti, krosnis gali būti visiškai uždaryta, o ventiliuojamas oras šalinamas ištraukiamaisiais ventiliatoriais į atitinkamą apdorojimo ir išleidimo sistemą.
- Maksimalus sulfidinių koncentratų energijos panaudojimas.

#### • Į orą išmetami teršalai

Į orą išmetami teršalai susidaro laikymo, tvarkymo, pirminio apdorojimo, pirometalurginių ir hidrometalurginių stadijų metu. Ypač svarbus yra medžiagų gabenimas. Turimi duomenys patvirtino, kad nuotėkių ir atsitiktinių išmetimų reikšmė daugeliui procesų yra labai didelė, nes atsitiktinių išmetimų gali būti daug daugiau nei surinktų ir išvalytų. Tokiais atvejais poveikį aplinkai galima sumažinti laikantis dujų surinkimo iš medžiagų laikymo ir tvarkymo vietų, reaktorių ar krosnių ir metalo gabenimo vietų technologijų eiliškumo pagal svarbą. Į galimus atsitiktinius išmetimus turi būti atsižvelgiama visose proceso projektavimo ir tobulinimo stadijose. Visose proceso dujų surinkimo stadijose eiliškumas pagal būdų svarbą yra toks:

- proceso optimizavimas ir išmetamų teršalų kiekio sumažinimas iki minimumo,
- sandarūs reaktoriai ir krosnys,
- tikslinis išmetamųjų dujų surinkimas.

Išmetamųjų dujų surinkimui po pastato stogu sunaudojama daug energijos, todėl toks surinkimas turėtų būti taikomas kaip paskutinė priemonė.

Galimi išmetamų į orą teršalų šaltiniai yra apibendrinti toliau pateiktoje lentelėje, kurioje taip pat yra pirminė prevencijos ir valymo metodų apžvalga. Į orą išmetamų teršalų kiekis yra pateiktas pagal surinktų išmetamų teršalų duomenis. Atitinkami išmetimų lygiai yra nurodyti kaip paros vidurkiai, pagrįsti nepertraukiamu monitoringu visą darbo laiką. Tais atvejais, jei nepertraukiamas monitoringas nebuvo vykdomas, nurodytos vertės yra bandinių ėmimo laikotarpių vidutinės vertės. Taikytos normaliosios sąlygos: 273 K, 101.3 kPa, deguonies kiekis ir sausų dujų kiekis matuotas netaikant dujų praskiedimo.

Sieros sugavimas yra svarbus reikalavimas, kai deginamos ar lydamos sulfidų rūdos ar koncentratai. Vykdamas procesą susidarantis sieros dioksidas surenkamas ir gali būti regeneruotas sieros, gipso (jei nėra pernešimo tarp aplinkos terpių) ar sieros dioksido pavidalu arba gali būti paverstas sieros rūgštimi. Proceso pasirinkimas priklauso nuo vietinės sieros dioksido rinkos. GPGB laikoma sieros rūgšties gamyba dvigubo kontakto sieros rūgšties įrenginiu, dujoms keturis kartus praeinant per sugėrimo sistemą, ar gamyba vienkartinio kontakto įrenginiu, kai iš liekamųjų dujų gaminamas gipsas, procesams naudojant šiuolaikinių katalizatorių. Įrenginio schema priklausys nuo deginimo ar lydymo stadijoje susidariusio sieros dioksido koncentracijos.

Proceso stadija	Išmetami dujiniai teršalai	Apdorojimo būdas
Medžiagų tvarkymas ir laikymas	Dulkės ir metalai	Tinkamas laikymas, tvarkymas ir gabenimas. Dulkių surinkimas ir

Malimas, džiovinimas	Dulkės ir metalai	audeklinis filtras, jei būtina Proceso valdymas. Dujų surinkimas ir audeklinis filtras
Sukepimas/apdeginimas Lydymas Perdirbimas Rafinavimas liepsna	LOJ, dioksinai	Degintuvas, adsorbento ar aktyvintų anglių pridėjimas
	Dulkės ir metalų junginiai	Dujų surinkimas, dujų valymas audekliniu filtru, šilumos regeneravimas
	Anglies monoksidas	Degintuvas, jei būtina
Šlakų apdirbimas	Sieros dioksidas	Sieros rūgšties gamybos įrenginys (sulfidinėms rūdoms) ar skruberis
	Dulkės ir metalai	Dujų surinkimas, aušinimas ir audeklinis filtras
	Anglies monoksidas	Degintuvas
Išplovimas ir cheminis rafinavimas	Chloras	Dujų surinkimas ir pakartotinis panaudojimas, šlapio valymo cheminėmis medžiagomis skruberis
Karbonilinis rafinavimas	Anglies monoksidas Vandenilis	Uždaras procesas, regeneravimas ir pakartotinis naudojimas. Degintuvas ir dulkių iš liekamųjų dujų šalinimas audekliniu filtru
Ekstrahavimas tirpikliais	LOJ (priklauso nuo naudojamo tirpiklio, turi būti nustatyti galimam pavojui vietoje įvertinti)	Uždaras procesas, dujų surinkimas, tirpiklių regeneravimas. Adsorbicija anglimi, jei būtina
Terminis rafinavimas	Dulkės ir metalai	Dujų surinkimas ir audeklinis filtras
	Sieros dioksidas	Skruberis, jei būtina
Druskų lydalų elektrolizė	Fluoridas, chloras, polifluorinti angliavandeniliai	Proceso valdymas. Dujų surinkimas, skruberis (su aliuminio oksidu) ir audeklinis filtras
Elektrodų degimas, grafitizacija	Dulkės, metalai, SO <sub>2</sub> , fluoridas, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai, dervos	Dujų surinkimas, kondensatorius ir elektrostatinis filtras, degintuvas, skruberis su aliuminio oksidu ir audeklinis filtras Skruberis, jei būtinas dėl SO <sub>2</sub>
Metalu miltelių gamyba	Dulkės ir metalai	Dujų surinkimas ir audeklinis filtras
Miltelių gamyba	Dulkės, amoniakas	Dujų surinkimas ir regeneravimas Skruberis su rūgštine terpe
Redukavimas aukštoje temperatūroje	Vandenilis	Užsandarintas procesas, pakartotinis naudojimas
Išgavimas elektrolizės būdu	Chloras Rūgščių rūkas	Dujų surinkimas ir pakartotinis naudojimas. Šlapio valymo skruberis Rūko gaudyklė
Lydymas ir liejimas	Dulkės ir metalai	Dujų surinkimas ir audeklinis filtras
	LOJ, dioksinai (organinių medžiagų įkrova)	Degintuvas (anglies įleidimas)
<b>Pastaba.</b> Norint išvengti gaisro, kai dulkės sulaikomos naudojant audeklinį filtrą, gali prireikti šalinti įkaitusias daleles. Aukštos temperatūros elektrostatiniai filtrai būtų naudojami dujų valymo sistemose prieš sieros rūgšties gamybos įrenginį ar šlapioms dujoms.		

Šaltinių ir apdorojimo (teršalų kiekio sumažinimo) būdų suvestinė



Šioje lentelėje pateikta iš spalvotųjų metalų procesų išmetamų teršalų lygių, susietų su teršalų kiekio mažinimo GPGB, suvestinė. Daugiau informacijos pateikta kartu su išvadamis apie GPGB metalams skirtuose GPGB informacinio dokumento skyriuose.

Sumažinimo metodas	Atitinkamas diapazonas	Pastaba
Audeklinis filtras	Dulkės 1 - 5 mg/Nm <sup>3</sup> Metalai - pagal dulkių sudėtį	Priklauso nuo dulkių charakteristikų
Anglies filtras ar biofiltras	Bendra organinė anglis < 20 mg/Nm <sup>3</sup>	Fenolis < 0,1 mg/Nm <sup>3</sup>
Degintuvas (įskaitant greitą temperatūros mažinimą, kad nesusidarytų dioksinais)	Bendra organinė anglis < 5 - 15 mg/Nm <sup>3</sup> Dioksinas < 0,1 - 0,5 ng/Nm <sup>3</sup> TEQ Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (OSPAR <sub>11</sub> ) < 200 µgC/Nm <sup>3</sup> HCN < 2 mg/Nm <sup>3</sup>	Pritaikytas išleidžiamų dujų tūriui. Yra kitų technologijų dioksinų kiekiui dar labiau mažinti: išvirkščiant anglies (kalkių), kataliziniai reaktoriai (filtrais)
Optimizuotos degimo sąlygos	Bendra organinė anglis < 5 - 50 mg/Nm <sup>3</sup>	
Šlapio valymo elektrostatinis filtras Keraminis filtras	Dulkės < 5 mg/Nm <sup>3</sup>	Priklauso nuo charakteristikų, pvz., dulkės, drėgmė ar aukšta temperatūra
Šlapio ar pusiau sauso valymo šarminis skruberis	SO <sub>2</sub> < 50 - 200 mg/Nm <sup>3</sup> Derva < 10 mg/Nm <sup>3</sup> Chloras < 2 mg/Nm <sup>3</sup>	
Skruberis su aliuminio oksidu	Dulkės 1 - 5 mg/Nm <sup>3</sup> Angliavandeniliai < 2 mg/Nm <sup>3</sup> Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai(OSPAR <sub>11</sub> ) < 200 µg C/Nm <sup>3</sup>	
Chloro regeneravimas	Chloras < 5 mg/Nm <sup>3</sup>	Chloras naudojamas pakartotinai. Galimi atsitiktiniai išmetimai
Oksidavimo skruberis	NO <sub>x</sub> < 100 mg/Nm <sup>3</sup>	Azoto rūgšties naudojimo atveju - jos regeneravimas ir vėlesnis rūgšties pėdsakų pašalinimas
Mažo NO <sub>x</sub> kiekio degiklis	< 100 mg/Nm <sup>3</sup>	Didesnės vertės yra susijusios su sodrinimu deguonimi energijos sunaudojimui mažinti. Tokiais atvejais dujinių išmetimų tūris ir masė yra mažesni
Deguoninis kuro degiklis	< 100 - 300 mg/Nm <sup>3</sup>	
Sieros rūgšties gamyba	> 99,7 % konversijos laipsnis (dvigubo kontakto būdas) > 99,1 % konversijos laipsnis (viengubo kontakto būdas)	Įskaitant gyvsidabrio skruberį, taikantį <i>Boliden/Norcink</i> procesą, ar skruberį su tiosulfatu Hg < 1 ppm pagamintoje rūgštyje
Aušintuvas, elektrostatinis filtras, adsorbicija kalkėmis-anglimis ir audeklinis filtras	Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (OSPAR <sub>11</sub> ) < 200 µg C/Nm <sup>3</sup> Angliavandeniliai (lakūs) < 20 mg C/Nm <sup>3</sup> Angliavandeniliai (skysti) < 2 mg C/Nm <sup>3</sup>	
<b>Pastaba. Duomenys</b> tik surinktiems išmestiems teršalams. Nurodyti teršalų lygiai yra nepertraukiamo monitoringo paros vidurkiai normaliosiomis sąlygomis, 273 K, 101.3 kPa; deguonies ir sausų dujų kiekis išmatuotas dujų neskiedžiant oru. Jei nepertraukiamas monitoringas nebuvo vykdomas, vertės yra vidurkiai, gauti imant bandinį atitinkamą laiką. Projektuojant naudojamą teršalų kiekio sumažinimo sistemą ir nustatant tinkamą darbinę temperatūrą reikėtų atsižvelgti į dujų ir dulkių charakteristikas. Kai kuriems komponentams dujų koncentracijos svyravimai vykdant periodinius technologinius procesus gali turėti įtakos teršalų kiekio mažinimo sistemų veiksmingumui.		

#### Į orą išmetamų teršalų lygiai taikant GPGB

Įvairiuose metalurginiuose procesuose chemiškai apdorojant metalų tirpalus yra naudojami specifiniai reagentai. Toliau pateikti kai kurie junginiai, jų šaltiniai ir šiuos reagentus naudojant susidariusių dujų valymo metodai :

Procesas/Naudotas reagentas	Išmetamų/išleidžiamų dujų komponentas	Apdorojimo metodas
Arseno ar stibio oksidų naudojimas (Zn ar Pb rafinavimas)	Arsanas/stibanas	Dujų plovimas skruberyje su permanganatu
Derva ir t. t.	Dervos ir policikliniai aromatiniai angliavandeniliai	Degintuvas, kondensatorius ir elektrostatinis filtras ar sausas absorberis
Tirpikliai, lakūs organiniai junginiai (LOJ)	LOJ, kvapai	Sulaikymas, kondensavimas, aktyvintos anglis, biofiltras
Sieros rūgštis (+ kuro ar žaliavos siera)	Sieros dioksidas	Šlapio ar pusiau sauso skruberio sistema. Sieros rūgšties gamykla
Karališkasis vanduo	NOCl, NO <sub>x</sub>	Šarminio skruberio sistema
Chloras, HCl	Cl <sub>2</sub>	Šarminio skruberio sistema
Azoto rūgštis	NO <sub>x</sub>	Oksidavimas ir sugėrimas, recirkuliavimas, skruberio sistema
NaCN ar KCN	HCN	Oksidavimas vandenilio peroksidu ar hipochloritu
Amoniakas	NH <sub>3</sub>	Regeneravimas, skruberio sistema
Amonio chloridas	Aerozolis	Regeneravimas sublimavimo būdu, skruberio sistema
Hidrazinas	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (gali būti kancerogenas)	Skruberis ar aktyvintos anglis
Natrio borohidridas	Vandenilis (sprogimo pavojus)	Vengti, jei įmanoma, gaminant platinos grupės metalus (ypač Os, Ru)
Skrudžių rūgštis	Formaldehidas	Šarminio skruberio sistema
Natrio chloratas/HCl	Cl <sub>2</sub> oksidai (sprogimo pavojus)	Proceso pabaigos kontrolė

**Kai kurių dujinių komponentų cheminio apdorojimo būdų apžvalga**

- **Į vandenį išleidžiami teršalai**

Atsižvelgiant į taršos šaltinius ir išleidžiamus teršalus galimi įvairūs taršos sumažinimo būdai ir valymo galimybės. Nuotekose gali būti tirpių ir netirpių metalų junginių, alyvos ir organinių medžiagų. Šioje lentelėje apibendrinami galimi nuotekų, gaminamų metalų, taršos mažinimo ir nuotekų valymo būdai.



Nuotekų šaltinis	Procesas	Mažinimo metodas	Valymo metodai
Procesams naudojamas vanduo	Aliuminio oksido gamyba Švino rūgštinių baterijų ardymas Ėsdinimas	Gražinti į procesą, jei įmanoma	Neutralizavimas ir nusodinimas Elektrolizė
Netiesioginio aušinimo vanduo	Krosnių aušinimas daugelio metalų gamyboje Elektrolito aušinimas Zn	Uždaros ar oro aušinimo sistemos naudojimas Sistemos monitoringas nuotėkiams aptikti	Nusistojimas
Tiesioginio aušinimo vanduo	Al, Cu, Zn liejimas Anglies elektrodai	Nusodinimas Uždaroji aušinimo sistema	Nusistojimas Nusodinimas, jei reikia
Šlako granuliavimas	Cu, Ni, Pb, Zn, taurieji metalai, ferolydiniai		Nusistojimas Nusodinimas, jei reikia
Elektrolizė	Cu, Ni, Zn	Uždaroji sistema Išgavimas elektrolize	Neutralizavimas ir nusodinimas
Hidrometalurgija (prapūtimas)	Zn, Cd	Sandari sistema	Nusistojimas Nusodinimas, jei reikia
Teršalų kiekio mažinimo sistema (prapūtimas)	Šlapio valymo skruberiai Šlapio nusodinimo elektrostatiniai filtrai ir skruberiai rūgštis gamybos įrenginiams.	Jei įmanoma, pakartotinis praskiestos rūgštis srautų panaudojimas	Nusistojimas Nusodinimas, jei reikia
Paviršinis vanduo	Visi	Geras žaliavų laikymas ir atsitiktinių išteklių prevencija	Nusistojimas Nusodinimas, jei reikia Filtravimas

#### Nuotekų srautų GPGB apžvalga

Metalų pašalinimas gali būti ypač pagerintas, jei nuotekų valymo sistemos naudoja nusodinimo ir galbūt filtravimo būdus. Hidroksidai, sulfidai ar abiejų reagentų derinys, atsižvelgiant į esamų metalų mišinį, gali būti nusodinimui naudojami reagentai. Dažnai apdorotą vandenį įmanoma naudoti pakartotinai.

	Pagrindiniai komponentai [mg/l]					
	Cu	Pb	As	Ni	Cd	Zn
Procesų vanduo	< 0,1	< 0,05	< 0,01	< 0,1	< 0,05	< 0,15
<b>Pastaba.</b> Atitinkamų į vandenį išleidžiamų teršalų lygiai yra kvalifikuotų atsitiktinių bandinių ar 24 h sudėtinių ėminių vertės. Vandens valymo laipsnis priklauso nuo nuotekų šaltinio ir jose esamų metalų.						

#### Išleidžiamų į vandenį teršalų pavyzdžiai, susiję su GPGB naudojimu

- **Procesų likučiai**

Proceso likučiai susidaro įvairiose proceso stadijose ir labai priklauso nuo žaliavų sudedamųjų dalių. Rūdose ir koncentratuose yra ne tik pagrindinio metalo, bet ir tam tikras kiekis kitų metalų. Procesai projektuojami grynai pagrindiniam metalui gauti ir kitiems vertingiems metalams regeneruoti.

Kiti metalai kaupiasi proceso likučiuose, taigi šie likučiai yra kitų metalų regeneravimo procesų žaliava. Šioje lentelėje pateikta kai kurių procesų likučių ir turimų jų apdoravimo variantų apžvalga.

Likučių šaltinis	Atitinkami metalai	Likutis	Likučių apdorojimo variantai
Žaliavų tvarkymas ir t. t.	Visi metalai	Dulkės, sąšlavos	Gražinamos į pagrindinį procesą
Lydymo krosnis	Visi metalai	Šlakas	Statybinė medžiaga po šlako apdorojimo. Abrazyvinių medžiagų pramonė Kai kurios šlako dalys gali būti naudojamos kaip ugniai atspari medžiaga, pvz., metalinio chromo gamybos šlakas
	Ferolydiniai	Turtingas šlakas	Kitų ferolydinių procesų žaliava
Konvertavimo krosnis	Cu	Šlakas	Gražinimas į lydymo krosnį
Rafinavimo krosnis	Cu		Gražinimas į lydymo krosnį
	Pb	Putos	Kitų vertingų metalų regeneravimas
	Taurieji metalai	Putos ir šlakas	Vidinė recirkuliacija
Šlako apdorojimas	Cu ir Ni	Išvalytas šlakas	Statybinė medžiaga. Gaminami išsklotai
Lydymo krosnis	Visi metalai	Putos Šlakas ir druskų šlakas	Gražinimas į procesą po apdorojimo. Metalų regeneravimas, druskų ir kitų medžiagų regeneravimas
Elektrolitinis rafinavimas	Cu	Elektrolito perteklius Anodų likučiai Anodų šlamas	Ni regeneravimas. Gražinimas į konverterį Brangiųjų metalų regeneravimas
Išgavimas elektrolizės būdu	Zn, Ni, Co, taurieji metalai	Panaudotas elektrolitas	Pakartotinis naudojimas išplovimo procese
Druskų lydalų elektrolizė	Al	Panaudota iškloja Elektrolito perteklius Anodų likučiai	Kuras arba šalinimas Pardavimas kaip elektrolito Regeneravimas
	Na ir Li	Vonių medžiaga	Po valymo ketaus laužas
Distiliavimas	Hg	Likučiai (Hollines)	Pakartotinis naudojimas kaip proceso įkrova
	Zn, Cd	Likučiai	Gražinti į procesą
Išplovimas	Zn	Ferito likučiai	Saugus šalinimas, tirpalo pakartotinis panaudojimas
	Cu	Likučiai	Saugus šalinimas
	Ni-Co	Cu-Fe likučiai	Regeneravimas, šalinimas
Sieros rūgšties įrenginys		Katalizatorius	Regeneravimas
		Rūgštus dumblas	Saugus šalinimas
		Silpna rūgštis	Išplovimas, šalinimas
Krosnies išklojos	Visi metalai	Ugniai atsparios medžiagos	Naudojama kaip šlako šalinimas
Malimas	Anglis	Anglies ir grafito dulkės	Naudojama kaip kitų procesų žaliava
Ėsdinimas	Cu, Ti	Naudotos rūgštys	Regeneravimas
Sauso teršalų kiekio mažinimo sistemos	Dauguma: audekliniai filtrai ar elektrinis filtras	Filtrų dulkės	Gražinimas į procesą Kitų metalų regeneravimas
Šlapio teršalų kiekio mažinimo sistemos	Dauguma: skruberiai ar šlapio valymo elektriniai filtrai	Filtrų dumblas	Gražinimas į procesą ar kitų metalų regeneravimas (pvz., Hg) Šalinimas
Nuotekų apdorojimo dumblas	Dauguma	Hidroksidų ir sulfidų dumblas	Saugus šalinimas, pakartotinis naudojimas Pakartotinis naudojimas
Boksitų apdirbimas	Aliuminio oksidas	Raudonas šlamas	Saugus šalinimas, tirpalo pakartotinis panaudojimas

---

## Likučių ir jų galimų apdorojimo būdų apžvalga

Filtrų dulkės gali būti gražinamos į gamybą tame pačiame įrenginyje ar naudojamos kitiems metalams regeneruoti kita spalvotųjų metalų gamybos įranga, jas gali naudoti trečioji šalis ar jos gali būti kitaip panaudojamos.

Likučiai ir šlakai gali būti perdirbami vertingiems metalams išgauti. Likučiai gali tikt kitais atvejais, pvz., kaip statybinė medžiaga. Kai kurie komponentai gali būti paversti pardavimui tinkamais produktais.

Vandens valymo likučiuose gali būti vertingų metalų, ir kai kurias atvejais jie gali būti recirkuliuojami.

Dispečeris ir operatorius turi įsitikinti, kad trečioji šalis likučius regeneruos laikydamasi griežtų aplinkos standartų, ir šis procesas nesukels išmetimų pernešimo tarp terpių neigiamų pasekmių.

### • Toksiški junginiai

Savitasis metalų ir į aplinką galinčių patekti junginių (jų poveikis aplinkai ir pasekmės) toksiškumas skiriasi priklausomai nuo metalų grupių. Kai kurie metalai sudaro toksiškus junginius, kurie procesų metu gali būti išmesti į aplinką, taigi jų kiekis turi būti sumažintas.

### • Energijos regeneravimas

Energijos regeneravimas prieš arba po teršalų kiekio sumažinimo yra taikomas daugeliu atvejų, tačiau vietos aplinkybės yra svarbios, pvz., jei nėra kur panaudoti regeneruotą energiją. Išvados apie energijos regeneravimo GPGB yra šios:

- Garo ir elektros gamyba naudojant regeneruotos šilumos boileriuose gautą šilumą.
- Reakcijos šilumos panaudojimas koncentratų degimui ar lydymui arba metalų laužui lydyti konverteryje.
- Karštų proceso dujų panaudojimas įkrovos medžiagoms džiovinti.
- Krosnies įkrovos pirminis pakaitinimas naudojant krosnies dujų ar kito šaltinio karštų dujų energiją.
- Rekuperacinių degiklių naudojimas arba degimo oro pirminis pašildymas.
- Gautų CO dujų naudojimas kurui.
- Išplovimo tirpalų šildymas karštomis proceso dujomis ar skysčiais.
- Kai kuriose žaliavose esančių plastikinių medžiagų panaudojimas kurui, jei negalima regeneruoti geros kokybės plastikų ir jei į aplinką neišmetama lakių organinių junginių bei dioksinų
- Mažos masės sunkiųjų metalų naudojimas, jei įmanoma.

## 5. Sutarimas ir rekomendacijos tolesniam darbui

Šį informacinį dokumentą visiškai palaiko techninė darbo grupė ir informacijos mainų forumo 7-ojo susitikimo dalyviai. Daugiausia kritinių pastabų pareikšta dėl informacijos spragų ir pateikimo aspektų (reikalavimai į santrauką įtraukti daugiau su GPGB susijusių išmetimo ir sunaudojimo lygių).

Šį dokumentą rekomenduojama peržiūrėti kas ketverius metus. Sritys, kurioms pirmiausia reikėtų papildomų pastangų tvirtam informavimo pagrindui sukurti, yra atsitiktinių ir specifinių išmetimų bei sunaudojimo duomenys, procesų likučių ir nuotekų aspektai mažomis ir vidutinėmis įmonėmis. 13 skyriuje pateiktos papildomos rekomendacijos.