

# **Pročišťavanje odpadnih voda i obrada odpadnih plinova**

# Sadržaj

<b>UVOD</b> .....	<b>3</b>
<b>1 POLAZIŠTE SMJERNICA</b> .....	<b>3</b>
<b>2 POZADINA</b> .....	<b>5</b>
1.1 Važnost za sve industrije .....	5
1.2 Horizontalne najbolje i NRT.....	6
1.3 Provedba NRT- a .....	6
<b>3 OPĆE NAJBOLJE RASPOLOŽIVE TEHNIKE</b> .....	<b>7</b>
3.1 Zaključci o NRT-u za opće upravljanje okolišem .....	7
3.2 Zaključci o NRT-u za upravljanje otpadnim vodama / otpadnim plinovima.....	7
<b>4 OTPADNE VODE</b> .....	<b>10</b>
4.1 Mjere integrirane u postupak .....	10
4.2 Sabiranje otpadnih voda .....	10
4.3 Pročišćavanje otpadnih voda .....	12
4.3.1 Općenito .....	13
4.3.2 Oborinske vode.....	14
4.3.3 Slobodno ulje/ugljikovodici.....	15
4.3.4 Emulzije.....	15
4.3.5 Metali .....	15
4.3.6 Ukupne suspendirane tvari .....	16
4.3.7 Teški metali .....	19
4.3.8 Anorganske soli i/ili kiseline (ionske čestice) .....	19
4.3.9 Onečišćujuće tvari koje nisu prikladne za biološko pročišćavanje .....	23
4.3.10 Biorazgradive tvari .....	23
4.3.11 Postojani organske onečišćujuće tvari iz tekstilne ili kožarske industrije.....	24
4.3.12 Hrana, piće, mlijeko i slični sektori .....	24
4.3.13 Središnji kemijsko-mehanički UPOV.....	25
4.3.14 Središnji biološki UPOV .....	31
Anaerobna biologija.....	31
4.3.15 Ispuštanje otpadne vode u površinsku vodu` .....	39
4.3.16 Pročišćavanje mulja .....	40
<b>5 OTPADNI PLINOVI</b> .....	<b>41</b>
5.1 Mjere integrirane u postupak .....	41
5.2 Sabiranje otpadnih plinova .....	41
5.3 Obrada otpadnog plina.....	42
5.3.1 Obrada otpadnih plinova koji potječu iz proizvodnih postupka, obrade materijala itd.....	38
5.4 Obrada plinova od izgaranja .....	55
5.5 Zaključci o NRT-u za obnovu sumpora u sektoru proizvodnje metala.....	55
5.5.1 Plinovi do 1% sumpornog dioksida.....	55
5.5.2 Plinovi s većom koncentracijom sumpornog dioksida. ....	56
5.6 Dioksini .....	57
5.7 Uklanjanje žive.....	58
<b>6. KRATICE</b> .....	<b>59</b>

## UVOD

### 1 POLAZIŠTE SMJERNICA

Ključna je značajka IPPC direktive zahtjev da se dozvole temelje na primjeni najboljih raspoloživih tehnika (NRT). Najbolje raspoložive tehnike utvrđene su Zakonom o zaštiti okoliša. Ukratko, NRT podrazumijeva: sve tehnike, uključujući tehnologiju, planiranje, izgradnju, održavanje, rad i zatvaranje pogona, koje su primjenjive u praksi pod prihvatljivim tehničkim i ekonomskim uvjetima te su najučinkovitije u postizanju najvišeg stupnja zaštite okoliša kao cjeline. Od listopada 2007. godine, sva postrojenja trebaju ishoditi objedinjenu dozvolu koja određuje granične vrijednosti emisija temeljem NRT-a. Ovaj je niz smjernica nastao kako bi pomogao u određivanju NRT-a.

Ovo je jedna iz niza bilješki koje opisuju zaključke o najboljim raspoloživim tehnikama (NRT) za industrijske sektore. Sve bilješke imaju cilj pružiti čvrst okvir za postojane i transparentne propise o postupcima i postrojenjima. Pripremljeno je nekoliko priručnika o horizontalnim pitanjima a Priručnik o NRT-u u svezi s pročišćavanjem otpadnih voda i obradom otpadnih plinova je dokument broj xxxxxxxx i na njega se treba pozvati prilikom utvrđivanja uvjeta za dozvolu.

- Prilikom određivanja NRT-a za novo postrojenje, treba koristiti zaključke iz referentnih dokumenata o NRT-u (BREF), ili, gdje je primjenjivo, naprednije tehnike. Pri određivanju na lokalnoj razini, NRT-u pridružene granične vrijednosti emisija (BATAEL) ne smiju se prekoračiti, već bi trebalo primijeniti niže razine bilo kojeg opsega.
- Kod određivanja NRT-a za postojeće postrojenje, moguće je odlučiti se za odstupanje koje u obzir uzima troškove i koristi zaštite okoliša i na lokalnoj razini odrediti nešto manje strože granične vrijednosti. Čitav skup čimbenika može se razmatrati prilikom odlučivanja o najpogodnijim tehnikama koje pružaju najbolju zaštitu okolišu kao cjelini. Cilj je odrediti uvjete dozvole kako bi se postrojenje približilo što je moguće više normama postavljenim za novo postrojenje, ali uzimajući u obzir ekonomičnost, vremenski raspon i praktičnost izmjena na postojećem postrojenju. Prilog IV IPPC direktive navodi okolnosti koje treba razmotriti prilikom određivanja NRT-a na lokalnoj razini.
- Tokom procjene primjenjivosti NRT-a ili pridruženih graničnih vrijednosti emisija za postojeće postrojenje, odstupanja se mogu prikazati kao stroža ili manje stroža od NRT-a, kako to opisuju referentni dokumenti (BREF). Tehnika koja najviše odgovara ovisi o lokalnim čimbenicima pa će možda biti potrebna lokalna procjena troškova i koristi raspoloživih rješenja kako bi se utvrdilo najbolje. Objašnjenje opravdanosti odstupanja od zaključaka iz BREF-a mora biti jasno i zabilježeno.
- Odstupanja mogu biti opravdana temeljem troškova i koristi zaštite okoliša, kao i lokalnih uvjeta kao što su tehnička svojstva predmetnog postrojenja, njegov zemljopisni smještaj i lokalni okolišni uvjeti, no ne i temeljem profitabilnosti pojedine tvrtke.
- Svi su postupci predmetom NRT-a. Općenito, ono što je NRT za jedan tehnološki postupak u sektoru, vjerojatno je i NRT za drugi usporedivi postupak. Iako, kod svakog slučaja, u praksi je na regulatorima (podložno prizivu) da odluče što je NRT za pojedini tehnološki postupak, a u obzir trebaju uzeti promjenjive čimbenike (kao što su konfiguracija, veličina i druga svojstva postupka) i smiješaj (kao npr. blizinu posebno osjetljivih prijemnika). U konačnici, NRT je svojstven pojedinoj lokaciji, no ove smjernice odnose se na većinu postupaka unutar sektora i tomu treba posvetiti naročitu pozornost kako bi se u najvećoj mjeri postigla odgovarajuća konzistentnost

- dozvola.
- Smjernice su namijenjene:
    - regulatorima, koji moraju smjernice uzeti u obzir prilikom pregleda zahtjeva i preispitivanja važećih odobrenja i dozvola,
    - operatorima, kojima se također savjetuje uzimanje u obzir smjernica prilikom sastavljanja zahtjeva, kao i tokom daljnjeg postupka,
    - predstavnicima javnosti, koji mogu biti zainteresirani da znaju što se podrazumijeva pod odgovarajućim uvjetima za nadzor emisija kod većine postupaka unutar određenog industrijskog sektora.
  - U vrijeme nastanka, ove su smjernice temeljene na poznavanju i razumijevanju:
    - referentnog dokumenta o NRT-u za pročišćavanje otpadnih voda i obradu otpadnih plinova i zaključaka o ovoj temi iz drugih uputa i referentnih dokumenata
    - važnosti pročišćavanja otpadnih voda i obrade otpadnih plinova u definiranju utjecaja na okoliš i
    - kako pročišćavanje otpadnih voda i obrada otpadnih plinova čini dio NRT-a i potpada pod ciljeve IPPC direktive.
  - Pored referentnih dokumenata (BREF-ova), korištene su i smjernice nastale u drugim zemljama koje, također, mogu pružiti dodatne informacije.
  - Povremeno, smjernice mogu biti izmijenjene i dopunjene kako bi se išlo u korak s usavršavanjem NRT-a, uključujući poboljšanje tehnika i nova saznanja o utjecajima na i rizicima po okoliš. Takve izmjene mogu biti u obliku cjelovitog dopunjenog izdanja ovog dokumenta, ili u obliku zasebnih dodatnih smjernica koje se bave posebnim pitanjima.
  - Isto tako, u svrhu sveobuhvatnog razumijevanja ovih pitanja, potrebno je razmatrati i sljedeće hrvatske smjernice za:
    - procjenu NRT-a
    - energetske učinkovitost
    - tehnike praćenja (monitoringa)
    - buku
    - zatvaranje pogona
    - smanjivanje količine otpada
    - sustave upravljanja okolišem
    - procjenu onečišćenja tla
    - emisije iz difuznih izvora ili fuge emisije
    - pročišćavanje otpadne vode/plina.

## 2 POZADINA

Zaključci o NRT i zajedničkim tehnikama koje se primjenjuju za pročišćavanje otpadnih voda i otpadnih plinova sadržani su u ovim Smjernicama. One pokrivaju emisije u zrak i vodu iz velikog broja postrojenja, koje imaju velike utjecaje na okoliš.

Glavni izvori otpadnih voda su:

- pranje sirovina
- pranje / čišćenje opreme
- kemijske sinteze
- tehnološki postupci proizvodnje metala
- hrana i tehnološki postupci vezani uz nju
- sustavi obrade otpadnih plinova
- rashladna voda za direktno (izravno) hlađenje
- kondicioniranje vode za uporabu
- ispuštanje iz vodnog sustava napajanja kotlova
- 'blow-down' iz ciklusa hlađenja
- ispiranje filtra i ionskog izmjenjivača
- procjedne vode s odlagališta
- oborinska voda iz onečišćenih područja, itd.

Glavni utjecaj je:

- hidrauličko opterećenje
- sadržaj (izražen kao opterećenje ili koncentracija) tvari koje su onečišćujuće
- učinak na prirodne prijemnike, izraženo kao surogat ili zbirni parametri
- učinak na organizme u prirodnim prijemnicima, izražen u podacima o toksičnosti.

Emisije otpadnih plinova pojavljuju se kao:

- emisije kroz provodni kanal, koje su jedine emisije koje se mogu obraditi
- emisije iz difuznih izvora ili fugalne emisije.

Glavni onečišćujuće tvari zraka su:

- HOS i neugodni mirisi
- sumporni spojevi ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{COS}$ )
- dušikovi spojevi ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCN}$ )
- halogeni spojevi ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ )
- spojevi s nepotpunim sagorijevanjem ( $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ )
- metali
- organsko opterećenje izraženo kao UOU
- trajne organske onečišćujuće tvari
- lebdeće čestice
- dioksini.

U postojećim postrojenjima gdje tehnike nisu u primjeni, operater treba predložiti program poboljšanja koji ih uključuje. U svezi tih prijedloga treba postići dogovor s regulatorom budući da će isti biti sastavni dijelom dozvole.

### 1.1 Važnost za sve industrije

Premda je referentni dokument (BREF) za obradu otpadnih plinova i pročišćavanje otpadnih voda napisan temeljem doprinosa iz prakse kemijske industrije, tehnike koje su opisane

mogu se jednako tako primijeniti u mnogim drugim sektorima. U ovim Smjernicama, uključene su i dodatne tehnike iz drugih BREF-ova i smjernica kako bi pružile informacije za druge sektore kao što su proizvodnja tekstila, hrane i metala.

## **1.2 Horizontalne najbolje i NRT**

Horizontalni pristup pročišćavanju otpadnih voda i obradi otpadnih plinova i upravljanju zasniva se na pretpostavci da se mogućnosti za sprječavanje emisija i nadzor mogu procijeniti neovisno o pojedinom tehnološkom postupku. Mogu se utvrditi ona pitanja NRT-a koja obuhvaćaju najučinkovitije i primjerene mjere za postizanje visoke opće razine zaštite okoliša u cjelini u odnosu na emisije iz tog sektora.

Ovaj dokument sadrži:

- opći dio koji opisuje opći NRT za metodologiju upravljanja okolišem
- poseban dio koji opisuje NRT za specifične metodologije upravljanja otpadnim vodama / otpadnim plinovima i razlog koji dovodi do odluke o tehnikama pročišćavanja otpadnih voda i obrade otpadnih plinova.

## **1.3 Provedba NRT- a**

Provedba NRT-a u novim postrojenjima obično nije problem. U većini slučajeva ima ekonomskog smisla planirati proizvodne postupke i emisije njihovih otpadnih voda / otpadnih plinova da bi se smanjile emisije i potrošnja materijala. S postojećim postrojenjima, međutim, provedba NRT-a općenito nije lak zadatak, zbog postojeće infrastrukture i lokalnih okolnosti. Ipak, ovaj dokument ne pravi razliku između NRT-a za nove i postojeće postrojenja. Takve razlike ne bi poticale operatere da krenu prema usvajanju NRT-a a obvezivanje kemijske industrije na stalna poboljšanja okolišnih uvjeta ne bi došla do izražaja. S druge strane, očito nije izvedivo ili održivo odmah primijeniti sve tehnike prepoznate kao NRT odjednom. Ono što je izvedivo, međutim, je integracija NRT-a u postojeća postrojenja kada se planiraju važne preinake postrojenja ili provedba NRT-a koji utječe na cijelu lokaciju kroz postupni program izgradnje u nekom vremenskom razdoblju. Takvi programi potiču operatera i regulatorna tijela da se dogovore o vremenskom okviru i postavljanju prioriteta za potrebne promjene.

Ključne točke za uspostavu programa prioriteta na postojećim lokacijama bila bi:

- procjena trenutne kvalitete prijemnog medija,
- procjena stupnja trenutnog lokalnog utjecaja i
- procjena učinkovitosti mjera u smislu smanjenja sveukupnih onečišćujućih tvari u odnosu na troškove i rizike.

### **3 OPĆE NAJBOLJE RASPOLOŽIVE TEHNIKE**

Ovaj dokument sadrži opći dio koji opisuje opće zaključke o NRT-u za metodologiju upravljanja okolišem i poseban dio koji opisuje NRT za posebne metodologije upravljanja otpadnim vodama / otpadnim plinovima i polazište s kojeg se dolazi do odluke o tehnikama pročišćavanja otpadnih voda i obrade otpadnih plinova.

#### **3.1 Zaključci o NRT-u za opće upravljanje okolišem**

Primjena sustava upravljanja okolišem potrebna je u svakom postrojenju radi potpore načelima NRT-a, a o tome se izvještava u zasebnim hrvatskim smjernicama.

#### **3.2 Zaključci o NRT-u za upravljanje otpadnim vodama / otpadnim plinovima**

Zadatak upravljanja otpadnim vodama / otpadnim plinovima je da se uskladi stanje s emisijama otpadnih voda / otpadnih plinova koje nastaju na industrijskim lokacijama s pravnim uvjetima i zahtjevima iz dozvole, s lokalnim okolišnim i higijenskim uvjetima koji prevladavaju i sa zahtjevom za stalnim poboljšanjima uvjeta u okolišu. Ovo se isto primjenjuje Programom za odgovornu skrb Udruženja europske kemijske industrije (CEFIC) koji otkriva i procjenjuje rješenja za sprječavanje ili smanjenje stvaranja emisija ili njihov utjecaj na okoliš. Rezultati promišljanja i odluka o upravljanju otpadnim vodama / otpadnim plinovima su uočavanje i provedba:

- potencijalnog smanjenja emisija u proizvodnji
- načina da se izbjegne nepotrebno onečišćenje emisija koje inače nisu onečišćujuće
- najprikladnijeg sustava sabiranja otpadnih voda / plinova
- najprikladnijeg sustava nadzora emisija
- najboljeg sustava nadzora da bi se provjerila usklađenost s ciljevima ili pravnim propisima.

Ponovo, kao i s općim upravljanjem okolišem, NRT za upravljanje otpadnim vodama / otpadnim plinovima prati ista načela za tvrtke svih veličina. Premda, dok je upravljanje otpadnim vodama / otpadnim plinovima za tvrtke s jednom ili vrlo malo proizvodnih linija i izvora ispuštanja relativno lak i jednostavan zadatak, to je vrlo složeno za velika postrojenja višestrukim brojem tehnoloških postupaka.

Zaključci o NRT-u su:

- primijeniti sustav upravljanja otpadnim vodama / otpadnim plinovima ili procjenu ispuštanja otpadnih voda / otpadnih plinova za cijelu kemijsku lokaciju putem odgovarajuće kombinacije:
  - korištenja inventara lokacije i inventara toka/nastajanja (emisija) ili registra; inventari pružaju potrebne informacije za poduzimanje sljedećih koraka u procjeni
  - sustavnog praćenja unutarnjih tokove mase primjenom analize toka energije i materijala (EMFA) na način primjeren složenosti sustava otpadnih voda / otpadnih plinova radi donošenja potrebnih zaključaka u svrhu optimalizaciju

- primjene jednostavnog (ako uopće) EMFA za lokacije sa samo jednom ili vrlo malim brojem emisija
- ispitivanja i utvrđivanja najvažnijih izvora emisija za svaki medij te popisivanje istih prema njihovom opterećenju onečišćujućim tvarima; konačni poredak izvora emisija je osnova za poboljšanje programa koji daje prednost onim izvorima kod kojih postoji mogućnost najvećeg uspjeha smanjenje.
- provjere prijemnih medija (zrak i voda) i njihovu sposobnost podnošenja emisija, koristeći potom rezultate radi određivanja razmjera potrebe za strožim zahtjevima ili mogu li emisije uopće i prihvatiti
- izrade procjene toksičnosti i, sukladno raspoloživim metodama, postojanosti i potencijalne bio-akumulacije otpadnih voda koje treba ispustiti u prirodne prijemnike, kako bi se prepoznale potencijalno opasne posljedice za ekosustav i prosljeđivanje rezultata nadležnim tijelima
- ispitivanja i utvrđivanja relevantnih tehnoloških postupaka koji troše vodu i popisivanje prema njihovoj potrošnji vode;. konačan poredak je osnova za poboljšanje stanja u potrošnji vode
- traganja za rješenjima za poboljšanje (kao što su rješenja za sprječavanje ili smanjenje količine otpada, poboljšanje i nadzor skupljanja efluenta i/ili rješenja za mjere integrirane u postupak), usredotočenja na tokove/strujanja s višim koncentracijama i opterećenjima, njihov potencijal rizika i djelovanje na prirodni prijemnika.
- procjene najkorisnijih rješenja usporedbom sveukupnog uspjeha uklanjanja, sveukupne ravnoteže djelovanja na unakrsne okolišne medije, tehničke, organizacijske i ekonomske izvedivosti, itd.

Procjena emisija otpadnih voda / otpadnih plinova je osnova za sve odluke o odvajanju tokova, strategije o smanjenju, poboljšanjima postupaka (pogledaj vertikalni BREF o kemijskom i sličnim sektorima s obzirom na čistiju proizvodnju, čiste sirovine, poboljšanoj opremi u tehnološkom postupku, nadzoru istjecanja, itd.) i tehnikama nadzora. Primjer djelotvornog upravljanja otpadnim vodama, koji prati nacrt strategije za lokacije s organskim opterećenjima, ima razumni cilj sveukupnog odstranjivanja KPK (uključujući predpročišćavanje) od barem 90 %.

- Procijenite utjecaj na okoliš i djelovanje na postrojenja za pročišćavanje kada se planiraju nove aktivnosti ili promjene u postojećim aktivnostima, uspoređujući buduću situaciju u okolišu s postojećom i ukazujući na to treba li očekivati znatne promjene.
- Primjenjujte smanjivanje emisija na izvoru odvajanjem strujanja, ugradnjom primjerenog sustava skupljanja i primjenom odgovarajućih mjera u izgradnji. Povežite podataka o proizvodnji s podacima o emisijskim opterećenjima radi usporedbe stvarnih s izračunatim emisijama. Ako se dobiveni podatci ne slažu, potrebno je utvrditi koji je to postupak odgovoran za neočekivanu emisiju,
- Primjenjujte pročišćavanje onečišćenih tokova otpadnih voda/otpadnih plinova radije na izvoru nego kada dođe već do razrjeđivanja/raspršivanja i kasnijeg središnjeg pročišćavanja/obrade, osim ako postoje dobri razlozi protiv ovoga. Većina tehnika pročišćavanja/obrade najučinkovitije djeluje kada je sadržaj onečišćujućih tvari visok. Također, ekonomično je pročišćivati relativno male tokove koji priteču s malim, visoko učinkovitim uređajima za pročišćavanje nego imati velike središnje uređaje visokog hidrauličkog opterećenja.
- Izbjegavajte uporabu postojanih organskih tvari ali gdje to nije moguće preusmjeriti tok otpadne vode koja sadrži takve tvari za obradu opasnog otpada.



- Koristite metodu kontrole kvalitete da biste procijenili postupke pročišćavanja/obade i/ili proizvodnje i/ili spriječili da izbjegnu kontroli.
- Primijenite dobru proizvodnu praksu (GMP) za čišćenje opreme radi smanjenja emisija u vodu ili u zrak.
- Uporabite uređaje/postupke koji omogućavaju pravovremeno otkrivanje odstupanja koje može utjecati na slijedne uređaje za pročišćavanje/obradu, odnosno omesti njihov rad, zatim koji omogućavaju prepoznavanje izvora odstupanja i poništenje uzroka istih, u međuvremenu rastuća količina otpadne vode može se preusmjeriti na retencijske bazene, a otpadni plin na drugi odgovarajući siguran način, npr. na baklje.
- Ugradite djelotvoran središnji sustav za upozoravanje koji će o kvarovima i pogreškama u radu obavijestiti sve koji su uključeni u postupak; u slučaju kada bi nesreća mogla imati značajan utjecaj na okoliš i/ili na okolinu, nadležna tijela moraju biti dijelom lanca obavješćivanja.
- Provedite program praćenja u svim postrojenjima za pročišćavanje/obradu kako biste provjerili da ispravno rade, omogućili otkrivanje svih nepravilnosti ili kvarova u radu koji bi mogli utjecati na prijemne okolišne medije te bili u mogućnosti pružiti informacije o stvarnim emisijama onečišćujućih tvari.
- Primjena programa praćenja radi otkrivanja emisija uvjet je prema odredbama članka 9. stavka 5 IPPC direktive, a obveza pružanja javnosti informacija o podacima dobivenim na taj način propisana je člankom 15. stavkom 2 Direktive. Program praćenja treba obuhvaćati onečišćujuće tvari i/ili zamjenske parametre relevantne za postrojenje za pročišćavanje/obradu. Učestalost mjerenja ovisi o riziku od opasnosti od predmetnih onečišćujućih tvari, riziku kvarova postrojenja za pročišćavanje/obradu i promjenjivosti emisija.
- Ustanovite strategije za postupanje s vodom za gašenje požara i izlivanjejima.
- Ustanovite plan djelovanja kod iznenadnog onečišćenja da bi se omogućilo najbrže i primjereno djelovanje u slučaju internih nesreća i operativnih kvarove.
- Uvrstite troškove pročišćavanja/obrade povezane uz proizvodnju.

## 4 OTPADNE VODE

Ovaj odjeljak je posvećen određivanju NRT-a za pročišćavanje otpadnih voda na lokaciji kemijske industrije, uključujući potrebnu prevenciju i tehnike smanjenja kao dodatak nadzornim tehnikama (na kraju proizvodnog postupka).

### 4.1 Mjere integrirane u postupak

Mjere koje su integrirane u postupak imaju prednost kao metode za sprječavanje ili smanjenje količine otpadnih voda i/ili onečišćenja. One su, međutim, uglavnom svojstvene proizvodnji ili postupku i njihova primjenjivost zahtijeva posebnu procjenu, koja je unutar okvira vertikalnog BREF-a za kemijske i slične sektore. Zaključci o NRT-u za mjere integrirane u postupak u ovom se dokumentu stoga odnose na opću potrebu da se ove mjere primijene unutar proizvodne linije i razmotre samo mjere za postupke kao što su pranje proizvoda, čišćenje opreme, stvaranje vakuuma i hlađenje, koji se uobičajeno primjenjuju za većinu proizvodnih linija.

NRT zaključci moraju koristiti prikladnu kombinaciju:

- primjene u postupak integriranih mjera ili mjera uklanjanja otpadnih voda ili onečišćujućih tvari, radije nego tehnika na kraju proizvodnog postupka
- procjenjivanja postojećih proizvodnih postrojenja za mogućnost naknadnog uvrštenja mjera integriranih u postupak i njihove primjene kada je to izvedivo ili bar kada se na postrojenjima provode važne izmjene
- recikliranja tehnološke vode kada god je to izvedivo iz ekonomskih i kvalitativnih razloga, s maksimalnim brojem recikliranja prije ispuštanja,
- optimizacije postupka pranja proizvoda, na primjer pranjem u mjestu,
- izbjegavanja protočnih postupaka kroz koje proizvod prolazi samo jednom, kada god je izvedivo, iz kvalitativnih razloga
- izbjegavanja izravnog kontakta sa sustavnom hlađenja gdje god je to moguće
- korištenja zatvorenog kruga stvaranja vakuuma umjesto jet crpki za vodu ili paru kada god je to moguće, npr. kada njihova uporaba nije zabranjena iz sigurnosnih razloga ili zbog hrđe,
- procjena mogu li postupci obrade otpadnog plina koji se temelje na vodi biti zamijenjeni drugim mjerama; tehnike obrade otpadnih plinova koje koriste relativno velike količine vode (kao što je medij za skrubing ili hlađenje) imaju posebnu težinu u područjima gdje ima malo zaliha vode; primjeri takvih mjera obuhvaćaju:
  - uklanjanje tvrdih tvari radije suhim tehnikama nego mokrim skrubingom
  - smanjenje SO<sub>2</sub> u dimnim plinovima radije putem sekundarnih mjera nego kroz sustave koji uključuju mokri skrubing.

### 4.2 Sabiranje otpadnih voda

Odgovarajući kolektorski sustav otpadnih voda igra ključnu ulogu u djelotvornom smanjenju količine otpadnih voda i/ili pročišćavanju. On provodi tok otpadnih voda do odgovarajućeg uređaja za pročišćavanja i sprječava miješanje onečišćene otpadne vode i otpadne vode koja to nije.

NRT znači primjenu jedne ili više u nastavku navedenih tehnika ondje gdje su primjenjive.

- Odvojiti tehnološku vodu od neonečišćene oborinske vode i drugih neonečišćenih emisija vode. To smanjuje količinu vode koja zahtijeva pročišćavanje i hidrauličko opterećenje poslano u uređaje za pročišćavanje. Isto tako, povećava isplativost i djelotvornost rada uređaja za pročišćavanje. Ako se na postojećim lokacijama postrojenja još ne vrši odvajanje vode, to se može ugraditi – parcijalno, barem – kada se rade značajnije preinake na lokaciji.
- Razdvojiti tehnološku vodu prema njenom opterećenju onečišćenjem kako bi se osiguralo da na uređaju za pročišćavanje završe samo one onečišćujuće tvari za koje je uređaj namijenjen.
- Postaviti krov nad područjima potencijalnog onečišćenja putem, na primjer, istjecanja ili izlivanja gdje god je to primjenjivo, kako bi se spriječilo dopiranje oborinske vode u ta područja i miješanje s onečišćujućim tvarima čime bi se povećala količina otpadnih voda za pročišćavanje.
- Postaviti zasebnu odvodnju za područja pod rizikom od onečišćenja, koja imaju sabirnu jamu za gubitke nastale istjecanjem ili izlivanjem. Ona sprečava ispuštanje oborinske vode onečišćene kroz gubitke u proizvodnji. Odvojeno skupljena oborinska voda ispušta se nakon prikladnog praćenja, ovisno o rezultatu istoga, ili izravno u sustav odvodnje za neonečišćenu oborinsku vodu ili u odgovarajuće uređaje za pročišćavanje.
- Koristiti nadzemnu kanalizaciju za tehnološku vodu unutar lokacije postrojenja, između točaka nastajanja otpadnih voda i krajnjeg/krajnjih uređaja za pročišćavanja. Ukoliko klimatski uvjeti ne dozvoljavaju nadzemnu kanalizaciju (temperature znatno ispod 0 °C), sustavi lako raspoloživih podzemnih provodnih kanala prikladna su zamjena. Oba sustava omogućuju lako i ekonomično otkrivanje istjecanja, radove na održavanju i ugradnju nove opreme u postojeća postrojenja. Mnoge lokacije postrojenja kemijske industrije još uvijek imaju podzemnu kanalizaciju i žurna izgradnja novih sustava odvodnje obično nije održiva, ali izgradnja se može odvijati u fazama kada se planiraju značajne preinake proizvodnih postrojenja ili sustava odvodnje.
- Postaviti retencijske kapacitete za slučaj kvara i za vode za vatrogastvo u svjetlu procjene rizika, birajući jedno, dva ili sve rješenja koja obuhvaćaju:
  - decentraliziranu retenciju (zadržavanje) kod ustanovljenih kvarova, kada god je moguće blizu proizvodnog pogona i dovoljno veliku da spriječi ispuštanje tvari u odvodni kanal tijekom razdoblja kontroliranog zaustavljanja tehnološkog postupka
  - središnju retenciju kako bi se skupile otpadne vode nastale uslijed kvara i koje su već ušle u kanalizacijski sustav umjesto da budu dovedene središnjeg UPOV-a. Premda postoji nekoliko sustava retencije koji se mogu smatrati NRT-om, najsigurniji sustavi su oni gdje se spremnici naplavljuju samo u slučaju kvara ili gdje se dva spremnika pune naizmjenično
  - zaustavljanje vode za vatrogastvo, koristi se ili u izolaciji ili u kombinaciji s lokalnom tankvanom; retencijski kapacitet dovoljno velik da zaštiti kako površinski, tako i sustav odvodnje otpadnih voda. Takav retencijski kapacitet može biti viši od 1 000 m<sup>3</sup>, premda mjere treba usmjeriti na smanjenje opsega vatre prije no samo mogućnost retencije velike količine vode za gašenje požara i
  - sustav odvodnje opasnih i zapaljivih tvari, primjerice, dalje od požarišta.

Izvor otpadnih voda	Proizvedeni vezani metali	Metode smanjenja	Metode pročišćavanja
<b>Tehnološka voda</b>	Proizvodnja gline. Lomljenje olovnih akumulatora. Kiselinsko dekapiranje.	Povratak u postupak, što je više moguće.	Neutralizacija i taloženje. Elektroliza
<b>Voda od neizravnog hlađenja</b>	Hlađenje visoke peći za većinu metala. Hlađenje elektrolita za Zn.	Korištenje zabrtvljenog sustava hlađenja. Praćenje sustava da bi se otkrilo istjecanje .	Taloženje.
<b>Voda od izravnog hlađenja</b>	Cu & Al lijevanje. Ugljične elektrode. Fero-legure. Kromirani metal	Taloženje ili druga obrada. Zatvoreni sustav hlađenja.	Taloženje, ako je potrebno.
<b>Granulacija šljake</b>	Cu, Ni, Pb, plemeniti metali, fero legure.	Ponovna uporaba u zatvorenom sustavu.	Taloženje, ako je potrebno.
<b>Elektroliza</b>	Cu, Ni, Zn Mg	Zatvoren sustav. Elektro dobitak od ispuštanja elektrolita.	Neutralizacija i taloženje.
<b>Hidro-metalurgija (ispuhivanje)</b>	Zn, Cd	Zatvoreni sustav Blow-down obrada	Taloženje, ako je potrebno
<b>Sustav smanjivanja (ispuhivanje)</b>	Mokri skruberi Mokri EP i skruberi kiselinska postrojenja	Blow-down obrada i ponovna uporaba blagih kiselinskih struja ako je to moguće	Taloženje, ako je potrebno
<b>Površinske vode</b>	Sve	Pranje dvorišta i cesta. Dobro skladištenje sirovina.	Taloženje, ako je potrebno Filtracija.

**Tablica 1: Pregled tokova otpadnih voda iz proizvodnje metala.**

Iako je ova tablica primjenjiva u metalnoj industriji, prikazuje i vrste tehnika koje se mogu primijeniti u drugim industrijskim sektorima.

### 4.3 Pročišćavanje otpadnih voda

Pročišćavanje otpadnih voda može pratiti barem četiri različite strategije:

1. središnje završno pročišćavanje u biološkom uređaju za pročišćavanje otpadnih voda (UPOV) na lokaciji
2. središnje pročišćavanje u komunalnom UPOV-u
3. središnje završno pročišćavanje anorganskih otpadnih voda u kemijsko – mehaničkom UPOV-u
4. decentralizirano pročišćavanje/a.

Ovaj dokument ne daje prednost niti jednoj od njih. Za sve četiri strategije zaključeno je da su NRT kada se pravilno primijene na stvarno stanje otpadnih voda.

Zaključci o NRT-u prate put onečišćujućih tvari koje treba nadzirati, kako je opisano na slici 1.

Trebalo je donijeti prikladne odluke o zbrinjavanju efluenta, procijeniti utjecaj na prirodne prijemnike, iskoristiti sve praktične mogućnosti za sprječavanje i smanjenje količine otpadnih voda i uzeti u obzir sve sigurnosne mjere, to jest od ove točke nadalje u uputama, jedino se razmatraju rješenja koja se odnose na kraj postupka. Za rješenje pitanja karakterističnih za neku lokaciju mogle bi biti potrebne tehnike pročišćavanja posebno pripremljene za tu lokaciju, ili se razmatraju dobro poznate i uobičajeno korištene tehnike za ovaj specifični slučaj. Da bi se dosegli zaključci o NRT-u za pročišćavanje otpadnih voda, u nastavku pristup daje smjernice za iznalaženje i primjenu odgovarajućih tehnika, uključujući i kako se nositi s predmetnim posebnostima tipičnim za pročišćavanje otpadnih voda. Pristup prati put odluke da se postignu zaključci o NRT-u za odgovarajuće pročišćavanje otpadnih voda na lokaciji kemijskog postrojenja, što je prikazano na slici 1.

Tehnike koje su široko primjenjive u sektoru proizvodnje hrane postižu dobrobiti za okoliš kao što je smanjenje količine otpada i, u odnosu na specifičan tok otpadnih voda, mogu postići nešto ili sve od sljedećeg:

- smanjenje volumena
- smanjenje snage
- potpuno uklanjanje ili smanjenje koncentracije određenih tvari
- povećanje prikladnosti za recikliranje ili uporabu.

### 4.3.1 Općenito

#### Zaključci o NRT-u

- Onečišćene tokove otpadnih voda treba raspodijeliti prema njihovom opterećenju onečišćujućim tvarima. Anorganske otpadne vode bez relevantnih organskih komponenata odvajaju se od organskih otpadnih voda i provode u uređaje za posebno pročišćavanje (vidi posebne odjeljke o teškim metalima i anorganskim solima, o kojima se kasnije govori u ovom poglavlju). Organske otpadne vode sa značajnom količinom *anorganskog* otpornog materijala ili toksičnih organskih spojeva usmjeravaju se na uređaje za posebno pročišćavanje (vidi odjeljak o teškim metalima, anorganskim solima i onečišćujućim tvarima neprikladnim za biološko pročišćavanje kasnije u ovom poglavlju).

Kada se odabire opcija ispuštanja, razmatraju se mnogi čimbenici, uključujući ali ne i jedino:

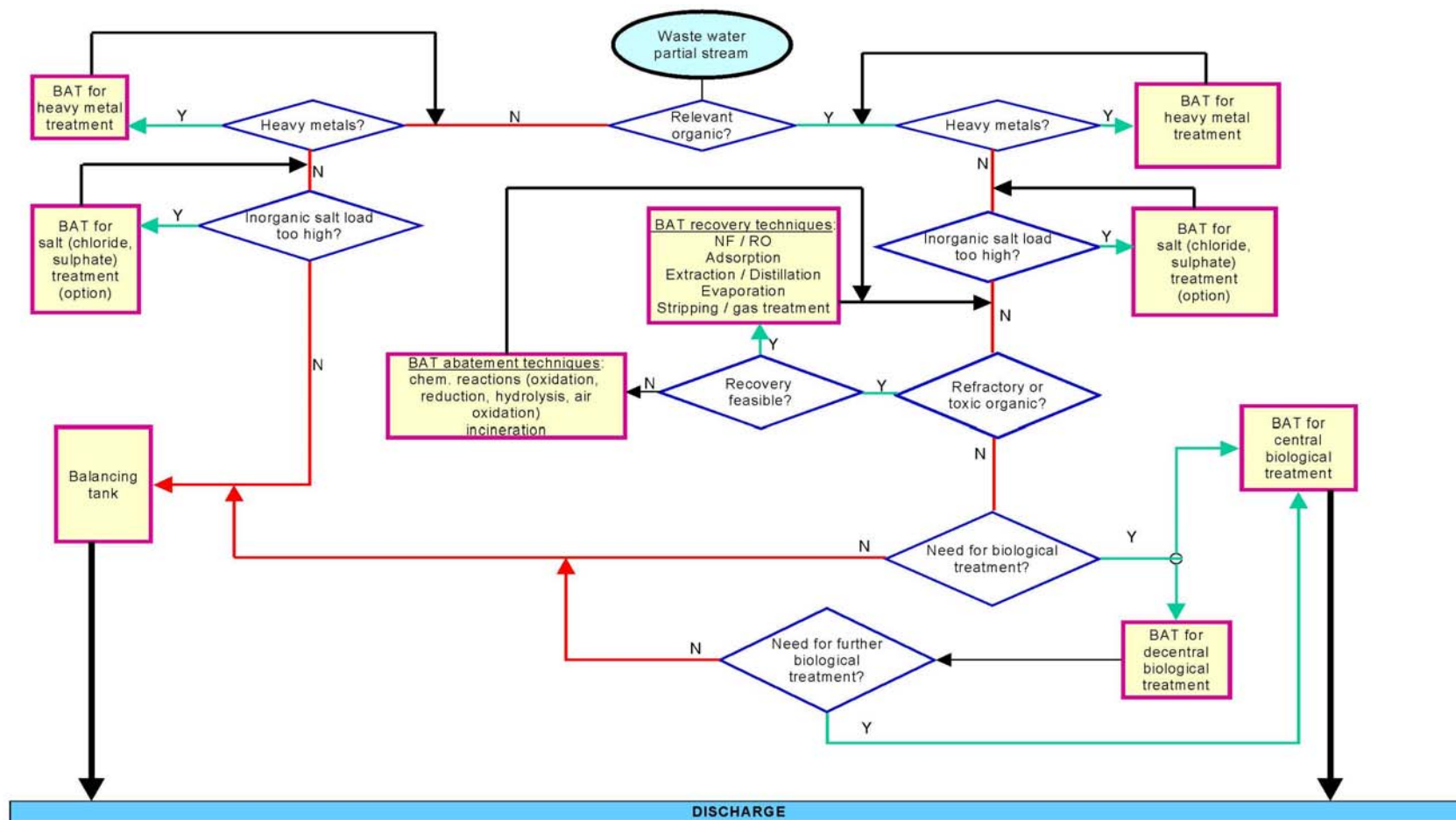
- je li otpadna voda čista ili onečišćena
- raspoloživost prikladnog mjesta za pročišćavanje na lokaciji
- blizina i kapacitet UPOV-a na drugim lokacijama
- blizina i karakteristike potencijalnih prirodnih prijemnika
- raspoloživost drugih pročišćavanja izvan lokacije ili objekata za odlaganje
- troškovi na lokaciji nasuprot troškova pročišćavanja/odlaganja izvan lokacije
- relativna uspješnost, npr. temeljena na smanjenju opterećenja, pročišćavanju na i izvan lokacije
- procjena rizika za okoliš vezana uz svako rješenje
- odlaganje sekundarnog otpada koji proizlazi iz pročišćavanja na lokaciji
- sposobnost rukovanja i održavanja uređaja za pročišćavanje na lokaciji
- pregovori s tijelima nadležnim za izdavanje dozvola i/ili operaterom UPOV-a te izgledni uvjeti dozvole
- planirana kretanja u volumenu i sastavu otpadnih voda
- blizina lokalnog stanovništva.

### 4.3.2 Oborinske vode

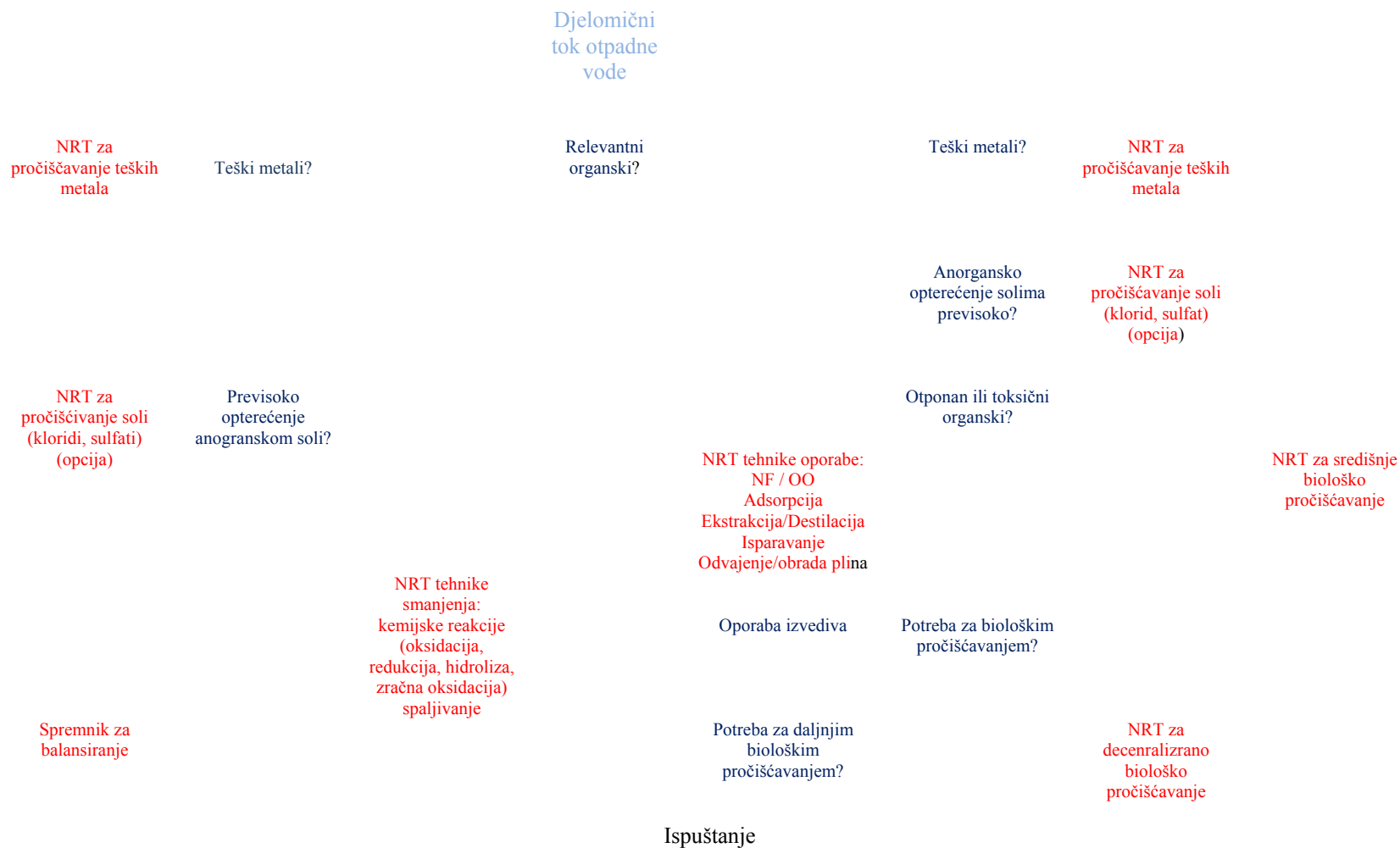
NRT znači:

- odvoditi oborinske vode koje nisu onečišćene izravno prirodni prijemnik, zaobilazeći sustav odvodnje otpadnih voda
- pročišćavati oborinsku vodu iz onečišćenih područja, vidi tablicu 2., prije ispuštanja u prirodni prijemnik
- u nekim slučajevima, uporabiti oborinsku vodu kao tehnološku vodu u svrhu smanjenja potrošnje slatke vode, što može biti korisno za okoliš
- tehnike navedene u tablici 2. mogu se smatrati NRT-om kada se primjenjuju u pojedinim situacijama; tablica navodi i ograničenja za različite tehnike.

Slika 1 Put odluke o pročišćavanju otpadnih voda na lokaciji kemijske industrije: Osnova za NRT zaključke



Slika 1 Put odluke za pročišćavanje otpadne vode na lokaciji kemijske industrije: Osnova za NRT zaključke (PRIJEVOD UZ DIJAGRAM)





**Tablica 2 Tehnike za pročišćavanje oborinske vode**

	Granulacijska komora			Sabirno jezero / taložnik (vidi tablicu 3)	Pješčani filter
	U obliku kanala	Okrugla	Zračna		
<b>Svrha</b>	Odstranjivanje samo pijeska i šljunka. Zaštita postupka pročišćavanja i zaštita opreme od trenja			Bistrenje i čišćenje oborinske vode i zahvaćanje hidrauličkog opterećenja jakih oborina da bi se zaštitila rijeka-prijemnik (sabirno jezero) bistrenje oborinske vode prije ispuštanja ili ponovne uporabe (taložnik).	Pročišćavanje oborinske vode koja je otekla s lako onečišćenih površina, ili za ispuštanje ili za ponovnu uporabu.
<b>Primjena</b>	Kao dio UPOV-a, primjenjuje se na oborinske vode koje uređaj pročišćava (oborinska voda s teško onečišćenih površina). Stopa protoka 0.3 m/s, odvaja se samo pijesak i grubi materijal.			Odstranjivanje suspendiranih tvari s lako onečišćenih površina.	Odstranjivanje suspendiranih tvari.
<b>Ograničenja primjene</b>	Prikladno za visoko fluktuacijski protok otpadnih voda.	Manje prikladno za visoke fluktuacije u protoku otpadnih voda.	Prikladno za fluktuacijski protok otpadnih voda.	Nije prikladno za oborinsku vodu s jako onečišćenih površina. Nije prikladno za područja s dugim sušnim razdobljima i/ili visokim temperaturama, zato što dugo zadržavanje zajedno s vrućinom uzrokuje emisiju neugodnih mirisa.	Nije prikladno za oborinsku vodu s jako onečišćenih površina.
<b>Potrošni materijal</b>	Energija za crpke.	Sabijeni zrak, energija za crpke i zračni mlaz.	Sabijeni zrak, energija za crpke i zračni mlaz.		Energija za crpke. S vremena na vrijeme zamjena filtra medija.
<b>Međusobno djelovanje različitih medija</b>	Emisija buke. Emisija neugodnih mirisa. Pijesak koga treba zbrinuti.			Sabirno jezero: odlaganje taloga. Ovisno o vremenu hidrauličkog zadržavanja, moguća je emisija neugodnih mirisa.	Odlaganje povratnog mulja.
<b>Potreba za prostorom</b>	Zauzima razmjerno manji dio UPOV-a.			Zahtijeva veliki prostor.	Zahtijeva mali prostor.
<b>Ostvariv uspjeh [% uklanjanja onečišćujućih tvari]</b>				Sabirno jezero: ukupno suspendirane tvari (UST) 50-90.	Ukupne suspendirane tvari 80-83
<b>Mogućnost nadogradnje</b>	Lako se nadograđuje, ako već nije dio opreme.			Nadogradivo, ako to dozvoljava prostor.	Lako nadogradivo.

**Tablica 2: Sažetak prednosti i nedostataka tehnika uobičajenog pročišćavanja otpadnih voda u metaloprerađivačkoj industriji**

Tehnika pročišćavanja	Prednosti	Nedostatci
<b>Precipitacija</b>	<p>Jeftina i jednostavna tehnika.                      Duga povijest uspješne uporabe.                      Ne zahtijeva velike troškove u novom postrojenju.                      Mogućnost pročišćavanja velikog spektra metalnih onečišujućih tvari, posebice ako se koristi precipitacija kroz dvije etape s hidroksidima i onda sa sulfidnim reagensima.                      U pravilnim uvjetima može postići odlično uklanjanje metala.                      Određeni su precipitanti raspoloživi na tržištu.                      Dozvoljava apsorpcijsko taloženje.                      Precipitati se često mogu vratiti napojniku</p>	<p>Efluent s kiselinom može biti teško pročistiti.                      Neselektivno: daje visoki sadržaj vodenog taloga koji sadrži koktel toksičnih i netoksičnih metala.                      Mulj bi možda trebalo odložiti na odlagalište ponekad uz vrlo velike troškove.                      Prisustvo drugih soli, organskih složenih agensa i otapala može snažno ugroziti djelotvornost precipitacije.                      Ne može se uvijek koristiti za pročišćavanje malih koncentracija metala.                      Neki se hidroksidi nedjelotvorno precipitiraju.</p>
<b>Sedimentacija</b>	<p>Jeftina i jednostavna tehnika.                      Duga povijest uspješne uporabe.</p>	<p>Može ukloniti samo krute čestice.                      Za čestice s malom razlikom u gustoći prema vodi, sedimentaciji je dugotrajna i potrebni su veliki spremnici.</p>
<b>Filtracija</b>	<p>Jeftina i jednostavna tehnika.                      Duga povijest uspješne uporabe.                      Filtracija npr. pješčani filtri se najbolje koriste za poznate čestice .</p>	<p>Može ukloniti samo krute čestice.                      Djelotvornost filtracije se smanjuje ako su čestice vrlo male.                      Djelotvornost filtracije se smanjuje s povećanim ubrzanjem.</p>
<b>Flotacija</b>	<p>Jeftina i jednostavna tehnika.                      Duga povijest uspješne uporabe.</p>	<p>Može ukloniti samo kruti skup plutajućih čestica.                      Zrak se prvo treba rastopiti u vodi pod tlakom da bi se raspršio u vodi.</p>
<b>Ultra-filtriranje</b>	<p>Jednostavna tehnika.                      Vrlo sitne čestice, čak i molekule, mogu se odstraniti iz otpadnih voda.                      Vrlo tanke membrane će također filtrirati otopine male kao što su metali.                      Stvarna nulta emisija čestica.</p>	<p>Ograničena stopa protoka i ubrzanja filtracije.                      Membrane se mogu brzo raspasti u korozivnim efluentima.                      Nema odvajanja metala.                      Stare membrane mogu propuštati.                      Membrane se mogu lako onečistiti.</p>

<b>Tehnika pročišćavanja</b>	<b>Prednosti</b>	<b>Nedostatci</b>
<b>Elektroliza</b>	<p>Može se koristiti za ponovno dobivanje i recikliranje metala. Može se koristiti za pročišćavanje koncentriranog metalnog istjecanja (ca. 2 g/l) u jednom koraku. Najraspoloživija tehnologija. Isprobana i ispitana, s dugim nizom dobrih rezultata u galvanizacijskoj industriji. Može se istovremeno koristiti za čišćenje onečišćujućih organskih tvari. Može se koristiti u serijama, ili u neprekidnom toku.</p>	<p>Teško se postiže čišćenje jače mg/l se teško postiže. Neučinkovite stanice skupe su za održavanje i rukovanje. Veliki električni potencijali su opasni za sigurnost. Elektroliza nije selektivna. Potrebno stalno nadziranje. Loše radi pri pročišćavanju promjenjivih sadržaja, veliki volumen efluenta.</p>
<b>Elektro dijaliza</b>	<p>Može se koristiti za ponovno dobivanje i recikliranje metala. Elektro-dijaliza može biti selektivna. Elektro-dijaliza se već koristi u pogonima za desalinizaciju i galvanizaciju. Elektro-dijaliza može postići razine ispod mg/l.</p>	<p>Elektro-dijaliza ima iste nedostatke kao i metoda ionske izmjene (na primjer, onečišćenje membrane). Zahtjeva stalno nadziranje. Loše radi pri pročišćavanju promjenjivih sadržaja, velikog volumena efluenta.</p>
<b>Obrnuta osmoza</b>	<p>Stvarna nulta emisija. Tehnologija postoji i oprema se može nabaviti na tržištu. Može se koristiti za recikliranje metala. Može se koristiti u neprestanom toku, ili u serijama. Može se baviti s velikim rasponom koncentracija metala. Može se koristiti za uklanjanje organskih tvari u efluentu. Uspješnost ne ovisi znatno o koncentraciji nekorozivnih onečišćujućih tvari u efluentu.</p>	<p>Ograničena stopa protoka i ubrzanja filtracije. Membrane se mogu brzo raspasti kod korozivnog efluenta. Nema odvajanja metala. Stare membrane mogu propuštati. Membrane se mogu lako onečistiti. Membrane treba često nadzirati i zamjenjivati. Oprema je specijalizirana i skupa. Obrnuta osmoza koristi visoki tlak. Ograničenje na minimalnu stopu protoka od ca. 200 l/min.</p>

<b>Tehnika pročišćavanja</b>	<b>Prednosti</b>	<b>Nedostatci</b>
<b>Ionska izmjena</b>	<p>Relativno jeftina.  Raspoloživi komercijalni proizvodi.  Isprobana i ispitana u industrijskoj primjeni (npr. uklanjanje i ponovno dobivanje renija i selena).  Sposobna očistiti do razine ppb (selektivna ionska izmjena može postići ppb razinu).  Može se lako koristiti zajedno s drugim tehnikama (na primjer precipitacijom) kao dio integriranog pročišćavanja otpadnih voda.  Može biti selektivna za teške metale.  Može se primijeniti na mnoge tipove protoka: isprekidani, neprekidan, relativno velikog volumena.  Selektivna ionska izmjena se koristi u izdvojenim slučajevima, kao što su pročišćavanje efluenta u nuklearnoj industriji.</p>	<p>Ne može podnijeti velike koncentracije metala.  Matrica se lako prlja s krutim tvarima i nekim organskim.  Tradicionalna ionska izmjena nije selektivna.  Ispušni izmjenjivač se obično mora odlagati kao toksični otpad.  Matrice se mogu s vremenom raspasti.  Rad je osjetljiv na pH efluenta.  Efluent velikog volumena zahtijeva vrlo velike stupce za ionsku izmjenu.  Do danas, selektivna ionska izmjena nije imala ekstenzivnu industrijsku uporabu.  Regeneracija stupova za selektivnu izmjenu iona zahtijeva dosta vremena.  Moglo bi biti potrebno dugo vrijeme kontakta s efluentom.</p>
<b>Aktivni ugljik</b>	<p>Ima primjenu širokog opsega (npr. uklanjanje žive ili dioksina iz efluenta).  Može se dodati nakon zgrušavanja i sedimentacije kao sloj u pješčanim filtrima.  Tehnologija postoji i oprema je raspoloživa na tržištu.</p>	<p>Aktivni ugljik je skup.  Aktivni ugljik može postati leglo za mikro-organizme.  Nastaju visoke emisije SO<sub>2</sub> iz postupka grijanja u proizvodnji ugljika iz ugljena</p>

### 4.3.3 Slobodno ulje/ugljikovodici

Zaključci o NRT-u tumače da treba ukloniti ulja/ugljikovodike na točki podizanja s ciljem maksimalnog obnavljanja, primjenjujući primjerenu kombinaciju:

- odvajanja ulja/vode ciklonom, MF ili ANI inceptorima, kada se može očekivati veća količina slobodnog ulja ili ugljikovodika, inače su alternative paralelni anodni interceptor (PAI) i korugirani anodni interceptor (KAI),
- MF, filtracija zrnatih medija ili flotacija plina,
- biološkog pročišćavanja (vidi odjeljak o biorazgradivim tvarima), ili u središnjem biološkom UPOV-u, UPOV-u za komunalne otpadne vode ili u zasebnom postrojenju za pročišćavanje za ovaj poseban tok otpadnih voda.

Gore navedena tablica 3 prikazuje prednosti i nedostatke većine uobičajenih tehnika pročišćavanja u metalnoj industriji.

Tablica 4 Razine emisije ulja, KPK i BPK povezanih s korištenjem NRT-a

Parametar <sup>a</sup>	Koncentracija [mg/l]
Ukupan sadržaj ugljikovodika	0.05 – 1.5 <sup>a</sup>
BPK <sub>5</sub>	2 – 20
KPK	30 – 125
<sup>a</sup> mjesečni prosjek Tablica je uzeta iz nacrta BREF-a za rafinerije mineralnih ulja i plina	

### 4.3.4 Emulzije

Zaključci o NRT-u su:

- razbiti emulzije na izvoru i obnoviti odvojene sastojke; za potporu odvajanju mogao bi biti potreban dodatak flokulentnih i/ili zgrušavajućih kemikalija; pročišćavanje na izvoru omogućava oporabu i sprječava nepovoljno djelovanje na slijedne sustave odvodnje ili
- odstraniti emulzije na izvoru kada se ne mogu razbiti i mogu imati nepovoljno djelovanje na slijedna postrojenja; prikladne tehnike pročišćavanja su oksidacija zraka, isparavanje, spaljivanje (kada toplinska vrijednost emulzije dozvoljava auto-termalno djelovanje) ili biološka razgradnja; Često nije dozvoljeno ispuštanje emulzije u sustav javne odvodnje i najbolje raspoložive tehnike ovdje znače izbjegavanje ispuštanja emulzija.

### 4.3.5 Metali

Najbolje raspoložive tehnike pročišćavanja ili kombinacija različitih metoda pročišćavanja se jedino može izabrati temeljem posebnosti pojedinačne lokacije, uzimajući u obzir sve njene čimbenike. Za donošenje odluke o najboljem rješenju u nekom specifičnom slučaju u pogledu

smanjenja količina otpadnih voda i koncentracija onečišćujućih tvari potrebno je uzeti u obzir najvažnije čimbenike koji obuhvaćaju:

- postupak u kom se stvaraju otpadne vode
- količinu vode
- onečišćujuće tvari i njihove koncentracije
- potrebne razine pročišćavanja, to jest, lokalne ili područne norme kvalitete vode
- raspoloživost vodnih resursa.

#### 4.3.6 Ukupne suspendirane tvari

Mjere za uklanjanje ukupnih suspendiranih tvari koje se navode u ovom odjeljku ne uključuju one za aktivni mulj ili spojeve teških metala, kojima se bavimo u drugim odjeljcima.

Zaključci o NRT-u su:

- ukloniti ukupne suspendirane tvari iz tokova otpadnih voda kada na slijednim postrojenjima mogu uzrokovati štetu ili kvar kao što je trenje i začepljenje u crpkama i cijevima ili začepljenje u postrojenjima za pročišćavanje: slijedni uređaji za pročišćavanje koji se mogu oštetiti su filtri, adsorpcijski stupovi, filtri membrane, oksidacijske komore koje koriste UV zračenje ili središnji, ili UPOV za komunalne otpadne vode; poredak tehnika pročišćavanja:
  1. korak: sedimentacija/flotacija zraka radi zahvaćanja glavnog opterećenja ukupnih suspendiranih tvari i da se zaštiti slijedni sustav filtra od začepjenja ili velike frekvencije naplavlivanja; sedimentacija ili flotacija zraka je obično dovoljno za sprječavanje trenja i začepjenja u crpkama i cijevima (uz pretpostavku da su emulzije i neodvojive krute tvari bile uspješno obrađene)
  2. korak: mehanička filtracija kao rješenje (ukoliko kruti sadržaj nije bio dovoljno smanjen da spriječi začepljenje u slijednim postrojenjima za pročišćavanje) koja obuhvaća filtraciju membrane, adsorpciju, ili reakcija kemijske oksidacije korištenjem UV zračenja
  3. korak: filtracija membrane ili ultra-filtracija kao rješenje, ako tok otpadnih voda treba biti bez krutih tvari da se spriječi začepljenje, na primjer, u nano-filtraciji ili obrnutoj osmozi na postrojenjima, ili bez čestica koje se ne mogu odvojiti drugim filtracijskim tehnikama.
- odvojiti ukupne suspendirane tvari iz toka otpadnih voda prije ispuštanja u prirodni prijemnik; dok god nema opasnih tvari u ukupnim suspendiranim tvarima, uobičajene tehnike su sedimentacija/flotacija zraka ili filtracija, samo ako se traži zbog nedovoljnog odvajanja u prethodnim etapama:
- odvojiti ukupne suspendirane tvari iz toka otpadnih voda koristeći radije tehniku koja omogućava oporabu no tehnike smanjivanja, kadgod je primjenjivo i održivo da se ponovno iskoriste krute tvari
- primijeniti flokulacijske i/ili zgrušavajuće agense kada su fino raspršeni ili je inače neodvojivi materijal prisutan da proizvede flokulante dovoljno velike da se slegnu
- pokriti ili zatvoriti uređaje za pročišćavanje kada su problem neugodni mirisi i/ili buka, provoditi ispušni zrak na daljnje pročišćavanje otpadnih plinova ako je to potrebno i primijeniti potrebne sigurnosne uređaje kada se može očekivati rizik od eksplozije u zatvorenim uređajima za pročišćavanje
- odložiti mulj prikladno ili prepustiti ga ovlaštenom ugovaratelju, ili obrađujući ga na lokaciji (pogledaj odjeljak o obradi mulja); tehnike koje se smatraju NRT-om, ovisno o primjeni, sažeto su prikazane u tablici 3.

**Tablica 5 Tehnike pročišćavanja vezane za NRT, za suspendirane tvari**

	<b>Sedimentacija</b>	<b>Flotacija zraka</b>	<b>Filtracija</b>	<b>Membranska/ultra filtracija</b>
<b>Svrha</b>	Bistrenje skupljene oborinske vode od suspendiranih tvari. Bistrenje tehnološke vode od suspendiranih tvari ili flokulanata.	Bistrenje tehnološke vode kada sedimentacija nije prikladna.	Konačna etapa odvajanja nakon sedimentacije ili flotacije zraka da bi se postigla niska emisija čestica.	Bistrenje do otpadnih voda bez krutih tvari za slijedna postrojenja za pročišćavanje (npr. obrnutom osmozom).
<b>Primjena</b>	Odvajanje krutih tvari iz otpadnih voda. U načelu, ukupne suspendirane tvari mogu se oporabiti.	Odvajanje netaloživih krutih tvari te ulja/masnoće . Odvojeni se materijal može ukloniti.	Odvajanje krutih tvari iz toka otpadnih voda. Uklanjanje materijala ovisi o vrsti filtra.	Odvajanje svih krutih materijala, koloidnih čestica, bakterija, virusa. Vrlo pogodno za uklanjanje materijala.
<b>Ograničenja primjene</b>	Čestice trebaju biti taložive . Nema ograničenja sadržaja ukupnih suspendiranih tvari. Bez stabilnih emulzija	Bez pjenastih deterdženata Nema ograničenja za koncentraciju ali ne može rasuto slobodno ulje.	Fino raspršene i sluzave krute tvari da bi se izbjeglo visoko opterećenje ukupnih suspendiranih tvari koje uzrokuje začepljenje.	Materijal membrane je osjetljiv na kemijske napade . Dolazne ukupne suspendirane tvari trebaju biti niske zbog zagušivanja i začepjenja.
<b>Potrošni materijal</b>	Kemikalije: 0,5-100 g/m <sup>3</sup> Energija: 0,5-1,5 kW (promjer spremnika 25-35 m).	Sabijeni zrak: 0,53-0,55 mm Flokulanti: 2,4-4,7 kg/toni ukupne suspendirane tvari Energija: 20,6 kWh/1000 m <sup>3</sup>	Filtarska pomagala . Padanje tlaka. Energija.	Kemikalije protiv sniženja, protiv propadanja i povratnog ispiranja . Energija koja se odnosi na stopu protoka i pad tlaka: 2-20 kWh/m <sup>3</sup> (MF) 1-10 kWh/m <sup>3</sup> (UF) 1 Pad tlaka: 0,02-0,5 Mpa (MF) 0,2-1 Mpa (UF)
<b>Međusobno djelovanje medija</b>	Odlaganje mulja . Emisija buke od crpki i mulj. Sustav uklanjanja pjene. Emisija neugodnih mirisa (npr. NOS) kada	Odlaganje mulja. Emisija buke od crpki i mlaza zraka. Emisija neugodnih mirisa (npr. HOS) kada spremnik nije zatvoren, viša je nego kod sedimentacije.	Odlaganje mulja nakon povratnih voda. Zatvoreni filtri bi mogli trebati poveznicu sa sustavom za smanjenje otpadnih plinova.	Odlaganje ostataka. Emisija buke od crpki.

	<b>Sedimentacija</b>	<b>Flotacija zraka</b>	<b>Filtracija</b>	<b>Membranska/ultra filtracija</b>
	spremnik nije zatvoren.			
<b>Potreba za prostorom</b>	Ovisi o uređaju (ravni spremnik ili slojeviti taložnik)	Manje nego kod sedimentacije		Modularna obrada Potreba za prostorom mala u usporedbi s drugim tehnikama.
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari]</b>	Ukupne suspendirane tvari 60-90 Taložive krute tvari 90-95	Ukupne suspendirane tvari 85-98 HM sulfidi: 95 viša stabilnost pročišćavanja s napojnim fluktuacijama	Ovisi o mediju filtra i filtarskih pomagala ukupne suspendirane tvari 50-99,99	ukupne suspendirane tvari blizu 100
<b>Ostvarive razine emisija [mg/l]</b>	ukupne suspendirane tvari <10	ukupne suspendirane tvari 10-20 Ulje 2-10	ukupne suspendirane tvari <10 Slobodno ulje <5	
<b>Nadogradnja</b>	Ovisno o raspoloživom prostoru	da	da	da



### 4.3.7 Teški metali

Uklanjanje ili uporaba jedini su načini da se spriječi ispuštanje teških metala u okoliš. Bilo koje drugo rješenje uzrokuje njihov prijenos putem različitih medija: otpadnih voda, otpadnog zraka i odlagališta. Tokovi otpadne vode koji nose znatno opterećenje teškim metalima su oni koji potječu iz proizvodnih postupaka u kojima se proizvode ili koriste spojevi s teškim metalima (npr. kao katalizatori), ili iz postupka čišćenja opreme koja se koristi u takvoj proizvodnji.

Zaključci o NRT-u nalažu:

- odvojiti otpadne vode koje sadrže spojeve s teškim metalima, što je više moguće
- pročišćavati odvojene tokove otpadne vode na izvoru prije nego se miješaju s drugim tokovima
- koristiti više tehnike koje omogućavaju uklanjanje te
- omogućiti daljnje uklanjanje teških metala u završnom UPOV-u (kemijsko-mehanička faza za anorgansku proizvodnju, biopročišćavanje za organsku proizvodnju) kao korak u poboljšanju, s naknadnim pročišćavanjem mulja, ako je to potrebno.

Razine emisija koja proizlaze iz uporabe gore spomenutog NRT-a, ovisne su o postupku proizvodnje iz kojeg potječu teški metali kao onečišćujuće tvari. Za tehnike pročišćavanja vidi tablicu 6.

### 4.3.8 Anorganske soli i/ili kiseline (ionske čestice)

Sadržaj anorganskih soli i/ili kiselina u otpadnim vodama može utjecati i na biosferu prirodnog prijemnika, npr. male rijeke suočene s visokim opterećenjem solima, kao i na rad sustava odvodnje, npr. korozija cijevi, ventila i crpki ili nepravilan rad slijednog biološkog pročišćavanja. Nadzorne mjere za anorganske soli, koje se navode u ovom odjeljku, ne uključuju one za soli teških metala, o kojima se govorilo u prethodnom odjeljku, niti za soli amonijaka koje se kontroliraju drugim sredstvima.

Zaključci o NRT-u nalažu:

- nadzirati sadržaj anorganske soli i kiseline u otpadnoj vodi i njihov negativan utjecajem na biosferu prirodnih prijemnika te ako je potrebno spriječiti njihovo ispuštanje; kada je potrebno pročišćavanje, isplativije je ako se uradi na izvoru
- pročišćavanjem na izvoru kontrolirati sadržaj anorganske soli (uglavnom klorida i soli sumporne kiseline) kada bi mogla uzrokovati oštećenje, kvarove i/ili nepravilan rad na lokaciji ili u sustavu javne odvodnje
- odabrati tehniku pročišćavanja koja omogućava uklanjanje i uporabu pročišćenih onečišćujućih tvari kadgod je to izvedivo i prikladno, uzimajući u obzir međusobne utjecaje medija i utjecaj onečišćujućih tvari.

Primjerene tehnike pročišćavanja navedene su u tablici 7, stvarni izbor ovisi o predmetnom stanju.

**Tablica 3: Tehnike pročišćavanja povezane s NRT-om za teške metale**

	<b>Precipitacija / sedimentacija ili flotacija zraka / filtracija</b>	<b>Kristalizacija</b>	<b>Ionska izmjena</b>	<b>Nanofiltracija/obrnuta osmoza</b>
<b>Svrha</b>	Pretvaranje otopljenih spojeva teških metala u netopive spojeve i odvajanje od toka otpadnih voda.	Rast spojeva teških metala na zrnastom materijalu u protočnom ležištu.	Ionska izmjena teških metala u vodenoj fazi drugim ionima iz smole od izmjene iona .	Odvajanje iona teških metala zasićenjem membrane. Odvajanje većine drugih onečišćujućih tvari
<b>Uporaba</b>	Uklanjanje teških metala iz toka otpadne vode, prvenstveno za veće koncentracije. Oporaba je u načelu moguća.	Uklanjanje teških metala iz tokova otpadnih voda pružanjem uvjeta koji omogućuju taloženje. Svrha je obnova.	Otopine koje sadrže ione teških metala s malom napojnom koncentracijom. Obnova je moguća.	Postizanje visokog stupnja čistoće za recikliranje i ponovnu uporabu vode. Povećanje koncentracije onečišćujućih tvari za daljnje potrebe pročišćavanja. Obnova je moguća.
<b>Ograničenja primjene</b>	Izbjegavati agense koji stvaraju kompleks. Važna je prilagodba pH. Nije primjenjivo kada je koncentracija niža od topivosti precipitata.		Treba izbjegavati visoku ionsku snagu. Temperaturna granica oko 60 °C. Korozivni agensi oštećuju smolu.	Koncentracije s osmotskim tlakovima su previsoke za rukovanje. Niski termalni i kemijski otpor.
<b>Potrošni materijal</b>	Taložni agens Flokulanti /koagulanti Energija za crpke	Kristalizacija kemikalija Energija	Tekućina za regeneraciju Tlačenje onečišćenja Energija	Kemikalije za čišćenje Energija: 1-3 kWh/m <sup>3</sup> (NF) 1-3 kWh/m <sup>3</sup> (OO) Pad tlaka: 0.5-3 Mpa (NF) 2-100 Mpa (OO)
<b>Međusobni utjecaj medija</b>	Odlaganje mulja. Moguća emisija neugodnih mirisa.	Predoziranje kemikalija za kristalizaciju može rezultirati većim opterećenjem solima. Uobičajeno nema stvaranja otpada ili mulja.	Regeneracija vraća veliku koncentraciju otopina teških metala (obnova ili odlaganje).	Koncentracija zahtijeva daljnje pročišćavanje, npr. ionsku izmjenu
<b>Potrebe za prostorom</b>		Usporedivo s ionskom izmjenom i nanofiltracijom/obrnutom osmozom	Usporedivo s kristalizacijom i nanofiltracijom/obrnutom osmozom	Usporedivo s kristalizacijom i ionskom izmjenom
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari]</b>			80-99	anorganski Hg >90 (NF) organski Hg >90 (NF) Cd spojevi >90 (NF) blizu 100% kod obrnute osmoze
<b>Ostvarive razine</b>	Za teške metale u mnogome	Zn 1	0,1—10	Vrlo nisko (blizu nule) kod obrnute

	<b>Precipitacija / sedimentacija ili flotacija zraka / filtracija</b>	<b>Kristalizacija</b>	<b>Ionska izmjena</b>	<b>Nanofiltracija/obrnuta osmoza</b>
<b>emisija [mg/l]</b>	ovisi o proizvodnom postupku iz kojeg potječu	Ni 1		osmoze
<b>Nadogradnja</b>	da		Relativno laka	

**Tablica 4 Tehnike pročišćavanja povezane s NRT za anorganske soli (ne uključuje teške metale)**

	<b>Isparavanje</b>	<b>Ionska izmjena</b>	<b>Obrnuta osmoza</b>	<b>Odstranjivanje bioloških sulfata</b>
<b>Svrha</b>	Destilacija vode koja ostavlja koncentrat kao ostatak na dnu	Zamjena kationa s H, a aniona s OH ionima tako zamjenjujući soli vodom	Odvajanje svih onečišćujućih tvari vode zasićenjem membrane	Anaerobna reakcija sulfata do sumpora kroz sulfide
<b>Uporaba</b>	Navođenje anorganskih soli da se kristaliziraju i njihovo odvajanje iz otpadne vode. Koncentrira i druge nepostojanje tvari. U načelu moguća je obnova tvari.	Otopine koje sadrže soli, također s teškim metalima. Obnova je moguća	Postizanje visokog stupnja čistoće za recikliranje i uporabu vode. Povećanje koncentracije onečišćujućih tvari za daljnje pročišćavanje ili za potrebe obnove. Obnova je moguća.	Odstranjivanje sulfata iz otpadnih voda koje sadrže veliku količinu sulfata. Može također odstraniti teške metale kao sulfide. Obnova dobivenog sumpora.
<b>Ograničenja uporabe</b>	Izbjegavati tvari koje proizvode pjenu	Izbjegavati veliku ionsku snagu. Temperaturna granica oko 60 °C. Korozivni agensi mogu oštetiti smolu.	Previsoke koncentracije rezultiraju osmotskim tlakom koji je previsok za rukovanje. Nizak termalni i kemijski otpor	Vrlo spora reakcija, to jest dugo vrijeme zadržavanja. KPK/sulfat treba biti najmanje 1:1
<b>Potrošni materijal</b>	Kemikalije kada je potrebno predpročišćavanje. Para 5-16 kg vode/kg pare. Energija	Regeneracijska tekućina. Tlačenje onečišćenja. Energija za crpke.	Kemikalije za čišćenje. Energija: 1-3 kWh/m <sup>3</sup> Pad tlaka: 2-100 Mpa	Kemikalije (neutralizirajući agensi, tvari koje daju PKK, flokulanti). Energija.
<b>Međusobni utjecaj medija</b>	Kondenzacija može zahtijevati daljnje pročišćavanje. Emisija buke	Obnova vraća visoke koncentracije odstranjenih soli (obnova pročišćavanjem vodenog otpada ili odlaganja ).	Koncentrati zahtijevaju daljnje pročišćavanje, npr. ionska izmjena da bi se omogućila obnova.	Sumpor koji se treba koristiti u proizvodnom postupku (sumporna kiselina)
<b>Prostorne potrebe</b>	Relativno niske	Relativno niske.	Relativno niske.	
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari]</b>	Potpuno odstranjivanje soli	80-99	Blizu 100 %	sulfat: 94 cink: 99.8 kadmij: >99
<b>Ostvarive razine emisija [mg/l]</b>		0,1-10	Vrlo niska (skoro nula).	sulfat: 75 cink: 0.05-0.15 kadmij: <0.01
<b>Nadogradnja</b>		Relativno laka		

### 4.3.9 Onečišćujuće tvari koje nisu prikladne za biološko pročišćavanje

Pored onečišćujućih tvari o kojima se govorilo u prethodnim odjeljcima, postoje pritočni tokovi otpadnih voda koje nisu primjerene za biološko pročišćavanje jer sadrže:

- KPK koji se ne može ili se vrlo loše bio-razgrađuju
- toksične tvari koje sprječavaju biološke postupke.

Ispuštanje takvih toksičnih tvari u postrojenje za biološko pročišćavanje treba spriječiti. Nije moguće prognozirati koje onečišćujuće tvari su inhibitori za biološke postupke u UPOV-u, jer to ovisi o prilagodbi mikroorganizama nekog postrojenja na posebne onečišćujuće tvari. Nema razlike je li otpadna voda dovedena na središnji biološki UPOV unutar lokacije kemijske industrije ili na UPOV za komunalne otpadne vode. Uvjeti za predpročišćavanje onečišćujućih tvari neprikladnih za biološko pročišćavanje u oba su slučaja isti.

Zaključci o NRT-u nalažu:

- izbjeći uvođenje komponenti otpadnih voda u sustave za biološko pročišćavanje kada mogu uzrokovati nepravilan rad takvih sustava
- pročišćavati pritočne tokove otpadnih voda sa značajnim dijelom koji nije biorazgradiv s prikladnim tehnikama prije ili umjesto završnog biološkog pročišćavanja; trenutni odabir prikladne tehnike pročišćavanja ovisi o trenutnoj situaciji, sastavu toka otpadne vode, stanju biološkog UPOV-a (ako radi) i prilagodbi njegovih mikroorganizama i potrebama prirodnog prijemnika; u svakom slučaju radi se o problemima specifičnim za lokaciju
- koristiti tehnike koje omogućuju obnovu tvari kadgod je to izvedivo, kao što je adsorpcija nanofiltracijom/obrnutom osmozom, koristeći najprikladniju varijantu - izolaciju, destilaciju / rektifikaciju, isparavanje, striping
- odstraniti bitni sadržaj amonijaka iz toka otpadne vode na izvoru, koristeći, npr. striping zrakom ili parom u kombinaciji s obnovom amonijaka,
- koristiti tehnike koje ne trebaju dodatno gorivo, kada druge tehnike smanjenja postižu dovoljne rezultate te ako obnova nije izvediva, kada radi završni biološki UPOV može biti dovoljno razbiti organsko opterećenje na biorazgradive tvari, koristeći tehnike kao što su
  - kemijska oksidacija (uz izradu opširne procjene jesu li organski kloridi stvoreni kada se koriste oksidacijski agensi koji sadrže klorine),
  - kemijska redukcija,
  - kemijska hidroliza
- koristiti zračnu oksidaciju i spaljivanje samo kada ne postoji ni jedan drugi izbor za poništenje toksičnosti, ili sprječavanje utjecaja ili kada postupak može raditi na temelju samoodržanja, ili je to jedini način da se postignu zahtjevi za ispuštanjem bez biološkog pročišćavanja
- uzeti u obzir potrošnju vode potrebne za primjenu tehnika pročišćavanja kao što su: ekstrakcija, destilacija / čišćenje, isparavanje, odvajanje, značajne količine rashladne vode ili sustavi koji trebaju mokri skrubing da bi obnovili onečišćujuće tvari iz plinske faze, kada bi to moglo biti pitanje važno za okoliš; u slučajevima kada je nestašica vode važan čimbenik, kao NRT radije treba razmotriti manje dobre tehnike pročišćavanja.

### 4.3.10 Biorazgradive tvari

Zaključci o NRT-u nalažu:

- odstraniti biorazgradive tvari iz otpadne vode koristeći sustave za biološko pročišćavanje kako je opisano u tablici 7 ili njihovu primjerenu kombinaciju; kada se primjenjuju anaerobni postupci, često se zahtijeva i naknadno aerobno pročišćavanje

- koristiti biološko predpročišćavanje kada pritočni tokovi nose veliko biorazgradivo organsko opterećenje da bi se rasteretio završni središnji UPOV, ako je to izvedivo rješenje; anaerobno pročišćavanje može biti izabrano da se iskoristi energija koju daje stvaranje metana, što može biti zapaljivo; druga prednost anaerobnog predpročišćavanja je znatno sveukupno smanjenje suviška aktivnog mulja u slijednom biološkom UPOV-u; kada je uspješnost uklanjanja KPK iz cijelog postupka pročišćavanja otpadnih voda visoka, ali je koncentracija koja se ispušta znatno viša nego što je razina vezana uz NRT u tablici 8, to je pokazatelj da bi visoko opterećeni pritočni tokovi mogli trebati biološko predpročišćavanje
- koristiti predpročišćavanje ili uređaje za poliranje, kako je opisano u tablici 7, ako spojevi s niskom biorazgradivošću (ali koji nisu teško rastvorivi ili toksični spojevi) nisu dovoljno uklonjeni središnjim biološkim pročišćavanjem otpadnih voda; prikladne tehnike su reaktori s fiksnim ležištem, koji omogućuju dulje vrijeme zadržavanja te stoga imaju višu stopu razgradivosti
- primijeniti tehnike uklanjanja dušika (nitrifikacija / denitrifikacija) kada otpadna voda sadržava znatno opterećenje dušikom, što može uzrokovati znatno više koncentracije nego što je razina emisije povezana uz NRT u tablici 8; obje opisane tehnike su NRT: pod povoljnim uvjetima lako se nadgrade u postojeći UPOV; Kada samo pritočni tokovi nose znatno opterećenje dušikom (amonijak, nitrate, nitrite, kjeldahl-N) bolje je pročišćavati ih zasebno, što štedi troškove jer mala oprema za nitrifikaciju / denitrifikaciju nije pretjerano skupa.

#### **4.3.11 Postojani organske onečišćujuće tvari iz tekstilne ili kožarske industrije**

U sektoru tekstila i kožarstva mnoge sirovine mogu biti uvezene iz zemalja koje ne kontroliraju uporabu postojanih organskih onečišćujućih tvari kao što su insekticidi te stoga tehnološki postupci imaju mogućnost ispuštanja tvari s Liste I i II. Kontaminati, uključujući postojane organske onečišćujuće tvari, koji se nalaze na sirovinama, uklanjaju se i prijeći će u vode za pranje i ispiranje. Mnoge od ovih spojeva je teško ukloniti u sustavu pročišćavanja otpadnih voda i biti će prisutni u završnom efluentu. Svojstva mnogih od tih spojeva uključujući sposobnost endokrinih disruptora izazivaju zabrinutost.

Raspoloživi dokazi ukazuju da su u EU emisije tvari s liste I uspješno uklonjene od kasnih 1980-tih godina. To je djelomično rezultat postupnog ukidanja uporabe organo-klorinskih herbicida i pesticida a djelomično promjene politike, odnosno sada se kupuje iz 'sigurnih' izvora a izbjegava opskrba iz zemalja gdje se te tvari koriste.

#### **4.3.12 Hrana, piće, mlijeko i slični sektori**

Čišćenje opreme i postrojenja nužno je učestalo i to do visokih normi koje zahtijevaju sigurnosni uvjeti higijene hrane.

##### **Za sva postrojenja za hranu i piće zaključci o NRT-u nalažu:**

- 1 ukloniti ostatak sirovine što je prije moguće nakon tehnološkog postupka i često čistiti prostor skladištenja sirovina
- 2 pripremiti i koristiti posude za zahvaćanje iznad odvoda u podu i osigurati da se nadgledaju i često čiste, da bi se spriječio ulazak materijala u otpadne vode
- 3 optimizirati uporabu suhog čišćenja (uključujući sustav vakuuma) opreme i postrojenja, pa i nakon izlivanja a prije mokrog čišćenje koje je nužno da bi se postigle obvezne razine higijene
- 4 prethodno nakvasiti podove i otvoriti opremu da se otpusti otvrdnuta ili zapečena prljavština prije mokrog čišćenja

- 5 nadgledati i smanjiti potrošnju vode, energije i deterdženata
- 6 namjestiti crijeva koja se koriste za ručno čišćenje sa štrcaljkama
- 7 osigurati vodu kontroliranog tlaka putem štrcaljki
- 8 optimizirati primjenu oporabljene zagrijane tople rashladne vode iz otvorenog kruga, npr. za čišćenje
- 9 odabrati i koristiti agense za čišćenje i dezinfekciju koji uzrokuju minimalnu štetu za okoliš i pružaju uspješan nadzor higijene
- 10 čistiti zatvorenu opreme u mjestu i osigurati da se koristi na optimalan način, npr. mjerenjem mutnoće, provodljivosti ili pH i automatskim doziranjem kemikalija u ispravnim koncentracijama
- 11 koristiti sustave jednokratne uporabe kod malih ili rijetko korištenih uređaja ili gdje otopina za čišćenje postaje jako onečišćena, kao kod UVT postrojenja, postrojenja gdje se odvaja membranom te preliminarno čišćenje isparivača i mlaznih sušila
- 12 primijeniti samo-neutralizaciju alkalnih i kiselinskih tokova otpadnih voda u spremniku za neutralizaciju gdje postoje primjerene varijacije pH u tokovima otpadnih voda uslijed čišćenja na mjestu i drugih izvora
- 13 smanjiti uporabu EDTA-e, koristeći je samo gdje je to uvjet, s nužnom frekvencijom i smanjivanjem korištene količine, npr. recikliranjem otopina za čišćenje.

#### 4.3.13 Središnji kemijsko-mehanički UPOV

Kada ne postoje biorazgradivi onečišćujuće tvari zaključci NRT-u su:

- koristiti kombinaciju kemijskog pročišćavanja (za neutralizaciju i taloženje komponenata otpadnih voda) i mehaničko pročišćavanje (za uklanjanje neotopljenih tvari, uključujući skrining, bistrenje i filtraciju) kao kemijsko-mehaničku fazu.

#### 4.3.14 Središnji biološki UPOV

Kada se koristi središnji kemijsko-biološki UPOV, zaključci o NRT-u su:

- izbjegavati dovod otpadnih voda s onečišćujućim tvarima koje nisu biorazgradive na središnji biološki uređaj za pročišćavanje, kada one mogu uzrokovati nepravilan rad sustava za pročišćavanje i kada uređaj nije prikladan za njihovo pročišćavanje
- privremeno spremiti ulazne tokove otpadnih voda uzvodno od mjesta pročišćavanja da bi se izjednačilo opterećenje onečišćenjem i da bi se koristili sinergijski učinci pročišćavanja ulazne otpadne vode koristeći kombinaciju:
  - a) prima bistrila s prethodnom stanicom za miješanje
  - b) jedno ili dvofaznog bazena ili spremnika za aeraciju s daljnjim bistrenjem
  - c) filtracije ili flotacije zraka da bi se zaštili prirodni prijemnici od suviška aktivnog flokulantnog mulja koji nije lako odvojiv, npr. rasuti mulj

naizmjenično za (b) i (c): aeracijski bazen ili spremnik s umočenom mikrofiltracijskom ili ultrafiltracijskom membranom.

Dodatno rješenje je koristiti bio filter fiksiranog ležišta da se pročišćava otporan KPK zbog propisanih zahtjeva.

Općenito razina emisije vezana uz, NRT za BPK nakon središnjeg biološkog pročišćavanja je <20 mg/l. U slučaju aktivnog mulja tipična je primjena nisko opterećene biološke faze s dnevnim KPK opterećenjem od 0,25 kg/kg mulja.

Tablica 5: Tehnike pročišćavanja vezane uz NRT za onečišćujuće tvari koji su neprikladne za biološko pročišćavanje

	Kemijske reakcije			Zračna oksidacija	
	Oksidacija	Redukcija	Hidroliza	Oksidacija vlažnim zrakom	Super kritična vodena oksidacija
<b>Svrha</b>	Konverzija onečišćujućih tvari sa H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> sa UV ili sa željeznim solima, O <sub>3</sub> , O <sub>3</sub> /UV, Cl <sub>2</sub> , ClO <sub>2</sub> , OCl	Konverzija onečišćujućih tvari sa SO <sub>2</sub> , NaHSO <sub>3</sub> , FeSO <sub>4</sub> , NaHS	Reakcija organskih i anorganskih onečišćujućih tvari s vodom, koja se razbija na manje spojeve	Reakcija s O <sub>2</sub> u vodenoj fazi, visoka temperatura i visoki tlak, uobičajeno uz prisutnost katalizatora	Oksidacija mokrim zrakom u superkritičnom području vode, tj. pritisak >22.1 Mpa, temperatura >374°C
<b>Uporaba</b>	Oksidacijski anorganski materijal. Oksidacijski organski materijal za zaštitu bioloških UPOV-a ili njihov prijenos u biorazgradive materije. Može zamijeniti biološko pročišćavanje	Smanjenje anorganskog materijala	Uništavanje ne-biorazgradivih tvari u manje biorazgradive spojeve. Širok raspon koncentracije (1 mg/l — 100 g/l)	Oksidacijski organski spojevi. Zaštićuju biološki UPOV protiv teško rastvorivih materijala. Pretvara otporni KPK u biorazgradivi. Može zamijeniti biološko pročišćavanje.	Uništava onečišćujuće tvari s malom sposobnošću biorazgradnje i/ili visokom toksičnošću. Može zamijeniti biološko pročišćavanje.
<b>Ograničenja uporabe</b>	UV zračenje zahtjeva otopine bez krutih tvari. Pažljivo s oksidacijskim agensima koji sadrže Cl i organske onečišćujuće tvari koje treba pročišćavati	Ograničen broj primjena. Stroga kontrola pH i potencijala za smanjenje kisika (PSK)	Nije prikladno za onečišćujuće tvari s malom topivošću u vodi.	Nije preporučljivo za niske razine KPK koncentracije. Fluorid < 10mg/l  Nisko opterećenje solima (korozija)	
<b>Potrošni materijal</b>	Oksidacijski agensi. Agensi za uništavanje viška oksidansa. Energija	Redukcijsko sredstvo. Agens za uništavanje suviška	Para / vruća voda za grijanje. Kemikalije za prilagodbu pH i potencijal za	Zrak ili kisik.  Energija za temperaturu i tlak.	Zrak ili kisik. Energija za temperaturu i tlak



	Kemijske reakcije			Zračna oksidacija	
	Oksidacija	Redukcija	Hidroliza	Oksidacija vlažnim zrakom	Super kritična vodena oksidacija
		redukcijskog sredstva. Energija	redukciju oksidacije. Energija		
<b>Međusobni utjecaji medija</b>	Oksidansi koji sadrže Cl mogu napraviti dodatne AOH s organskim onečišćujućim tvarima	Emisija sporednog plina se mora sprovesti na slijednu obradu	Moguće je otpuštanje neugodnih mirisa i nestalnih tvari	Vodena i emisija sporednih plinova može zahtijevati daljnje pročišćavanje	Vodene ili emisije sporednih plinova mogle bi trebati daljnje pročišćavanje
<b>Prostorne potrebe</b>					
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari]</b>	UOU: >90			KPK: 60-90 (niski tlak) 99 (visoki tlak)	Organski spojevi: >99
<b>Ostvarive razine emisija [mg/l]</b>					
<b>Nadogradnja</b>					

	<b>Nanofiltracija / obrnuta osmoza</b>	<b>Adsorpcija</b>	<b>Ekstrakcija</b>
<b>Svrha</b>	Odvajanje većine onečišćujućih tvari	Prijenos topivih onečišćujućih tvari iz vodene faze do krutog adsorbenta	Prijelaz topivih onečišćujućih tvari iz vodene faze u otapalo
<b>Uporaba</b>	Postizanje visokog stupnja čistoće za recikliranje i uporabu vode. Povećanje koncentracije onečišćujućih tvari za daljnje potrebe pročišćavanja. Obnova je moguća.	Odstranjivanje organskih bionerazgradivih, bojanih, mirisnih i/ili toksičnih onečišćujućih tvari. Obogaćivanje koncentracije za daljnje opcije pročišćavanja (npr. spaljivanje). Obnova je moguća	Odstranjuje organske bionerazgradive i/ili toksične onečišćujuće tvari u visokim koncentracijama. Prethodno pročišćavanje za adsorpciju da bi se smanjilo dolazno opterećenje. Obnova je moguća. Nije prikladno kao završno pročišćavanje.
<b>Ograničenja uporabe</b>	Koncentracije s osmotskim tlakom su previsoke za rukovanje. Nizak termalni i kemijski otpor.	Nisko opterećenje zagađivačima, inače se adsorbent prebrzo troši. Ograničene ukupne suspendirane tvari zbog zagušivanja. Djelotvornost ovisi o fizičkim svojstvima onečišćujućih tvari (niska djelotvornost s niskom molekularnom masom, visok polaritet ili topivost) .	Otpadna voda prvenstveno bez ukupne suspendirane tvari i emulzija. Ovisno o primjerenosti otapala, stoga je ograničena primjena
<b>Potrošni materijal</b>	Kemikalije za čišćenje. Velike potrebe za energijom.	Adsorbent Kemikalije za regeneraciju Energija za crpke i regeneracijski postupak (povišenje temperature)	Zamjena gubitka otapala Energija za crpke Energija za daljnju obnovu otapala (npr. destilacija / frakcijska destilacija)
<b>Međusobni utjecaji medija</b>	Koncentrat treba dalje pročišćavati, npr. ekstrakcijom, spaljivanjem (ako nema obnove).	Sporedni plinovi za vrijeme regeneracije zahtijevaju pročišćavanje. Regeneracija stvara ostatke taloga ( ako nema obnove).	Otpadne vode treba pročišćavati da bi se riješilo rastopljenih otapala, npr. odvajanjem. Taložni ostatak na dnu nastao obnovom otapala, ako nije obnovljen, ide na spaljivanje. Sporedni plin od ekstrakcije i obnove zahtijeva obradu otpadnih plinova, npr. adsorpcija ili spaljivanje
<b>Prostorne potrebe</b>		Uobičajeno barem dva stupca po primjeni	
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari</b>	Visoka uspješnost	Visoka uspješnost, ovisno o onečišćujućoj tvari	Dobra uspješnost za posebne onečišćujuće tvari s visokim dolaznim koncentracijama
<b>Ostvarive razine</b>			

	Nanofiltracija / obrnuta osmoza	Adsorpcija	Ekstrakcija	
emisija [mg/l]				
Nadogradnja				
	Destilacija / frakcijska destilacija	Isparavanje	Odvajanje	Spaljivanje otpadnih voda
<b>Svrha</b>	Pretvaranje nepostojanih onečišćujućih tvari iz faze otpadnih voda u fazu pare, obogaćena faza pare se naknadno kondenzira	Destilacija vode ostavlja koncentrate u talogu na dnu	Prijenos nepostojanih onečišćujućih tvari u plinovitu fazu upuhivanjem zraka ili pare kroz otpadne vode	Termalna oksidacija onečišćujućih tvari i istovremeno isparavanje vode, radi sa ili bez katalizatora.
<b>Uporaba</b>	Obnova rasutih onečišćujućih tvari iz otpadnih voda. Prethodno pročišćavanje da bi se uklonili glavne onečišćujuće tvari prije slanja na daljnje pročišćavanje. Ograničena uporaba	Koncentracija toka otpadnih voda da bi se reciklirale vrijedne tvari ili eksploatacije prije termalne	Uklanjanje nepostojanih organskih i anorganskih spojeva. Obnova je moguća	Uklanjanje štetnih ili inhibitornih onečišćujućih tvari koji se ne mogu drugačije pročišćavati ili koji nisu dovoljno koncentrirani da bi spaljivanje postala samoodrživa tehnologija smanjenja
<b>Ograničenja uporabe</b>	Zahtjeva velike dolazne koncentracije Razlika u točki vrelišta između vode i nepostojanih onečišćujućih tvari treba biti dovoljno velika.	Izbjegavati tvari koje proizvode pjenu. Nije primjenjivo na nepostojanje onečišćujuće tvari.	Tekućina treba nizak sadržaj UST. Ograničeno na nepostojane onečišćujuće tvari.	Halogeni i sumporni sadržaj zahtjeva posebnu obradu otpadnih plinova
<b>Potrošni materijali</b>	Para za grijanje. Energija	Kemikalije kada je potrebno prethodno pročišćavanje. Para 5-16 kg vode/kg pare. Energija	Agensi protiv nečistoće. Kada se koristi para: 0.1-0.3 tona/m3. Energija 680 kW/m3	Prateće gorivo (s niskom koncentracijom UOU) Energija
<b>Međusobni utjecaji medija</b>	Daljnje pročišćavanje je potrebno. Sporedni plin se treba provoditi do obrade otpadnih plinova, npr. Spaljivanjem	Kondenzacija može trebati daljnje pročišćavanje. Emisija buke	Tok plina treba obradu (skrubing, adsorpcija, katalitička oksidacija, spaljivanje)	S niskim sadržajem UOU velika potrošnja energije. Emisije dimnih plinova
<b>Prostorne potrebe</b>		Relativno male		

	Nanofiltracija / obrnuta osmoza	Adsorpcija	Ekstrakcija	
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari]</b>	Dobra izvedba za posebne onečišćujuće tvari pod posebnim uvjetima	Skoro potpuno uklanjanje onečišćujućih tvari, pod pretpostavkom da nema prisutnosti nepostojanih tvari	Dobra uspješnost	Gotovo 100% uspješnost uklanjanja organskih spojeva
<b>Nadogradnja</b>				
<sup>1</sup> odvajач kisele vode, 30-32 m <sup>3</sup> /h				

**Tablica 6: Tehnike pročišćavanja povezane s NRT-om biološkog pročišćavanja**

Anaerobna biologija		Aerobna biologija			
		Bioreaktor aktivnog mulja s (miks) membranom	Filtar s prokapnikom	Prošireno – ležište	Fiksirano ležište bio filtra
<b>Svrha</b>	Pretvorba organskog sadržaja mikroorganizmima i ekskluzijom zraka (kisika)	Pretvorba organskog sadržaja mikroorganizmima u prisutnosti rastopljenog kisika, ubrizganog kao zrak ili čisti kisik			
<b>Uporaba</b>	Prethodno pročišćavanje visoko organskog opterećenja i tokova konstantne kvalitete	Prethodno pročišćavanje visokog organskog opterećenja. Završno pročišćavanje u pritočnim tokovima. Koristi se kao središnji uređaj za pročišćavanje (PP).	Kao dio središnjeg PP (etapa prvog ili prethodnog pročišćavanja) da bi se smanjili najlakše razgradivi onečišćujuće tvari i poboljšala kvaliteta mulja	Prethodno pročišćavanje visokog organskog opterećenja Završno pročišćavanje je manjih tokova	Korak direktnog prethodnog pročišćavanja ili poliranje nakon postupka aktivnog taloženja u središnjoj PP. Dobri uvjeti za sporo rastuće mikroorganizme
<b>Ograničenja uporabe</b>	Sprječavanje toksičnih tvari jer je postupak vrlo osjetljiv	Treba izbjegavati visoke koncentracije, čak i netoksičnih tvari Treba izbjegavati inhibitore premda se dobro prilagođeni mikroorganizmi mogu nositi s koncentracijama inhibitora koje nisu previsoke Maksimalna temperatura 30-35 °C Koncentracija soli treba biti <30 g/l			
<b>Potrošni materijali</b>	Kemikalije za neutralizaciju. Energija	Zrak ili kisik. Kemikalije za neutralizaciju. Flokulanti: 300-550 kg po toni KPK. Nutrienti: 23-42 kg/toni KPK. Energija: 9.5 kWh/m <sup>3</sup>	Zrak Kemikalije za neutralizaciju Energija	Zrak Kemikalije za neutralizaciju u Energija	Zrak Kemikalije za neutralizaciju (kada se koriste u prethodnom postupku) Energija

Anaerobna biologija		Aerobna biologija			
		Bioreaktor aktivnog mulja s (miks) membranom	Filtar s prokapsnikom	Prošireno – ležište	Fiksirano ležište bio filtra
<b>Međusobni utjecaji medija</b>	Bioplin sa 70 % CH <sub>4</sub> može se koristiti kao zapaljivi plin. Samo 10 % suvišnog mulja u usporedbi s aerobnom biologijom	Suvišak taloga oko 10 puta veći nego kod anaerobne biologije, potrebno pročišćavanje. Veliki dolaz energije zbog dolaska zraka. Emisija mirisa i buke	Suvišak mulja	Suvišak mulja	Suvišak mulja. Nema emisije mirisa.
<b>Prostorne potrebe</b>	Manje nego za aerobno pročišćavanje	Velika za središnja PP	Relativno male	Relativno male	Relativno male
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari]</b>	KPK: 75-90 u kombinaciji s aerobnim KPK: 95-97 BPK: 99-99.8	BPK: 97-99.5 KPK: 76-96 90-96 (membrana) Indeks fenola: >99 ukupni anorganski N: 82 (membrana) NH <sub>4</sub> -N: 96 (membrana)	BPK: 40-90 (1-etapa) 85-95 (2-etapa)	BPK: >98 KPK: 90	Otporni KPK: 26-68 Indeks fenola: 75-98 AOH: 55-98 ukupni anorganski N: 4-50
<b>Ostvarive razine emisija [mg/l]</b>		UST: 10 (središnja PP)			
<b>Nadogradnja</b>	Potreba za plinskim komorama ili otvorenim plamenom da bi se svladao metan	Ovisno o veličini	laka	laka	laka

### 4.3.15 Ispuštanje otpadne vode u površinsku vodu`

Nakon načina pročišćavanja spomenutih u prethodnim odjeljcima ovoga poglavlja, pročišćena otpadna voda ispušta se u prirodne prijemnike (rijeku, jezero ili more).

Zaključci o NRT-u znače uporabu prikladne kombinacije:

- izbjegavanja situacije ispuštanja kao što je pretjerano hidrauličko opterećenje ili toksična otpadna voda koja može uzrokovati oštećenje korita rijeke, nasip ili biosferu prirodnog prijemnika,
- odabira, kadgod je to moguće, točke ispuštanja u površinsku vodu gdje se otpadna voda može najuspješnije raširiti; to umanjuje utjecaj na vodenu biosferu; ta mjera nema namjeru zamijeniti tehnike pročišćavanja,
- uravnoteženja otpadnih voda koje ne dolaze iz središnjeg UPOV-a da bi se smanjio utjecaj na vodu primatelja i da bi zadovoljili uvjete prije samog ispuštanja,
- primjene sustava nadzora da se provjeri ispuštanje vode s adekvatnom frekvencijom nadzora (npr. uzimanje uzoraka između 8 i 24 sata) i
- izrade procjene toksičnosti kao komplementarnog instrumenta s ciljem postizanja (više) informacija o uspješnosti mjera nadzora i/ili o procjeni rizika za vodu prijemnika. Primjena procjene toksičnosti, kao što je trenutna potreba, metode i programiranje treba odrediti od slučaja do slučaja.

**Tablica 7: NRT- razina emisije vezana za završno ispuštanje otpadne vode u vodu prijemnika**

Parametar <sup>a</sup>	Stope uklanjanja [%]	Razine emisije [mg/l] <sup>b</sup>
Ukupne suspendirane tvari		10 – 20 <sup>c</sup>
KPK	76 – 96 <sup>d</sup>	30 - 250
Ukupni anorganski N <sup>e</sup>		5 – 25
Ukupni P		0.5 – 1.5 <sup>f</sup>
AOH		?<1

<sup>a</sup> za BPK vidi prethodni odjeljak o središnjem biološkom pročišćavanju  
<sup>b</sup> dnevni prosjek, izuzev ukupne suspendirane tvari  
<sup>c</sup> mjesečni prosjek  
<sup>d</sup> niske stope izvedbe za niske koncentracije onečišćujućih tvari  
<sup>e</sup> zbroj NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N i NO<sub>3</sub>-N  
<sup>f</sup> niži domet iz dolaznih nutrienata u biološki UPOV, gornji domet iz postupaka proizvodnje

Razine emisija vezana uz NRT za krajnje ispuštanje otpadne vode u površinsku vodu je navedeno u 10. Te vrijednosti treba razumjeti kao emisiju bez razrjeđenja oborinskom vodom i/ili neonečišćenom rashladnom vodom. Za bolju usporedbu strategija sa ili bez

---

središnjeg biološkog UPOV-a, KPK izvedba se osniva na sirovom onečišćenom opterećenju, tj. opterećenju prije pročišćavanja i recikliranja / postupka obnove.

Nisu se mogle identificirati razine emisije vezane uz NRT za teške metale koje bi predstavljale kemijski sektor u cjelini. Razlozi za ovakvu situaciju uključuju:

Ostvarive razine emisija teških metala nakon pročišćavanja na izvoru u mnogome su ovisne o tehnološkom postupku gdje nastaju; razine ovise o stvarnoj matrici otpadne vode; koncentracije ispuštanja ovise o mješavini otpadne vode iz različitih proizvodnih postupaka specifičnih za lokaciju, pošto ne postoji daljnje pročišćavanje nakon pročišćavanja na izvoru.

Razine emisije vezane uz NRT navedene u 10. odražavaju razine emisija nakon središnjeg biološkog pročišćenja. Kada se otpadna voda dovede do komunalnog UPOV-a, treba prikazati, npr. kroz prikladna laboratorijska ispitivanja ili kroz druga znanja, da se može postići ekvivalentan rezultat. Strategija decentraliziranog pročišćavanja je ekvivalentna završnom biološkom pročišćavanju kada ono postiže usporedive rezultate.

#### **4.3.16 Pročišćavanje mulja**

Kada se pročišćava mulj iz objekata otpadnih voda na lokaciji kemijske industrije, zaključci NRT su:

- iskoristavati tehnike o kojima je ranije izviješteno, također uzimajući u obzir zasipanje zemljom
- koncentrirati mulj
- stabilizirati mulj za daljnje pročišćavanje ili odlaganje
- koristiti otpadnu energiju iz postupaka kemijske proizvodnje koliko god je to moguće kada se primjenjuje pročišćavanje muljem, npr. isušivanjem
- upotrijebiti prikladnu obradu otpadnog plina kada se koristi spaljivanje mulja; pročišćavanje izvan lokacije ne uzima se u obzir jer to nije u okviru ovoga dokumenta, odnosno zaključci o NRT a ni u kom se slučaju ne protive pročišćavanju izvan lokacije koje izvodi ugovaratelj - treća osoba.



---

## 5 OTPADNI PLINOVI

Ovaj odjeljak je posvećen određivanju NRT-a za obradu otpadnih plinova na lokaciji kemijske industrije.

### 5.1 Mjere integrirane u postupak

Kao i s otpadnom vodom, mjere integrirane u postupak su prvenstvena metoda za sprječavanje ili smanjenje količine otpadnog plina i ispuštanja onečišćenja u zrak, ali oni su općenito specifični za proizvodnju ili postupak i njihova primjenljivost zahtjeva posebnu procjenu, koja je u okviru vertikalnog BREF-a o kemijskim i s njima povezanim sektorima. Zaključci o NRT-u za mjere integrirane u postupak u ovom dokumentu se stoga odnose na opću potrebu da se primjene mjere unutar proizvodne linije.

Zaključci NRT-a su:

- koristiti mjere integrirane u postupak radije nego tehnike na kraju cijevi kada postoji izbor (npr. u slučaju  $\text{NO}_x$  iz postupaka izgaranja, korištenje primarnih reduktivnih tehnika kao što su niski  $\text{NO}_x$  plamenici, radije nego tehnike sekundarnog pročišćavanja),
- procijeniti postojeća proizvodna postrojenja za nadogradnju mjera integriranih u postupak i primijeniti ih kada je to izvedivo ili barem kada se vrše znatne promjene na postrojenjima; poštovanje pravila o sigurnosti je ključna točka kad se procjenjuju postojeće proizvodne linije za opcije nadogradnje, jer je za neke moguće da se neće moći dozvoliti primjena mjera integriranih u postupak zbog rizika od eksplozije ili korozije,
- procijeniti postojeća proizvodna postrojenja za opcije smanjenja izvora plinskih onečišćujućih tvari i primijeniti ih ako je moguće (također uz sigurnosne uvjete); smanjenje onečišćujućih tvari na izvoru smanjuje količinu otpadnog plina za obradu; velike količine nepotrebnog otpadnog plina znače ugradnju veće opreme nego što je potrebno, što nije isplativo i
- razmotriti sva rješenja za smanjenje izvora kada se planiraju nova postrojenja ili znatne promjene

### 5.2 Sabiranje otpadnih plinova

Sustavi za sabiranje otpadnih plinova ugrađeni su da usmjere plinovite emisije na sustave za pročišćavanje. Sastoje se od kućišta za izvor emisije, ventila i cijevi.

Zaključci o NRT-u su:

- smanjiti stopu toka plina na kontrolnu jedinicu oblaganjem izvora emisije što je više moguće, međutim, mogućnost rukovanja postupkom, sigurnosna pitanja, kvaliteta proizvoda i higijenske pretpostavke imaju prednost
- osigurati da su sustavi sabiranja odgovarajuće dizajnirani i uporabljeni tako da se skupe svi otpadni plinovi
- spriječiti rizik od eksplozije:
  - ugradnjom detektora zapaljivosti unutar sustava za sabiranje kada postoji značajan rizik pojavljivanja zapaljivih mješavina
  - održavajući mješavinu plina sigurno ispod donje granice eksplozije dodajući dovoljno zraka da se ograniči na 25 % donje granice, dodajući inertni plin, kao što je dušik, umjesto zraka ili radeći pod inertnom atmosferom u proizvodnim

---

komorama. Druga opcija je zadržati mješavinu plina sigurnom iznad više granice eksplozije

- ugraditi primjerenu opremu kako bi spriječili zapaljenje zapaljivih mješavina plina i kisika ili umanjili njegov utjecaj, kao što su arestori detonacije i zabrtvljeni bubnjevi.

### 5.3 Obrada otpadnog plina

Pristup za postizanje zaključaka NRT prati put onečišćujućih tvari kako je prikazano na slici 2. Obrada otpadnog plina na kraju cijevi u odnosu na tip onečišćujućih tvari.

Regionalna pitanja kao što su klima, raspoloživost vode, energije, sirovina i/ili postojanje objekata za odlaganje otpada ili pročišćavanje, nedostatak vode, energije i sirovina, nepristupačnost lokaciji ili poteškoće oko odlaganja otpada, mogu ukazati na to da su uobičajeno korištene tehnike neprikladne za lokaciju kemijske industrije, što može zahtijevati tehnike obrade koje se trebaju posebno osmisliti.

Prema obradi, izvori otpadnih plinova razlikuju se kao:

- izvori s niskom temperaturom, kao što je proizvodni postupak, rukovanje kemikalijama (uključujući aktivnosti skladištenja koji uzrokuju emisije), obrada proizvoda
- izvori s visokom temperaturom kao što su postupci izgaranja, što uključuje objekte kao što su kotlovi, energetska postrojenja, zapaljivače postupaka i termalne i katalitičke oksidante.

U okviru emisija obaju skupina potrebno je razmotriti posebne onečišćujuće tvari. Prva skupina se može sastojati od:

1. prašine, tj. krute sirovine ili proizvoda koji je fino raspršen u zraku
2. hlapivih organskih spojeva (HOS) iz spojeva koji se koriste u proizvodnji ili koji su ishlapjeli iz spremnika, sa ili bez sadržaja prašine
3. anorganskih hlapivih spojeva iz proizvodnje ili obrade, sa ili bez sadržaja prašine
4. mješavina HOS-a i anorganskih spojeva, sa ili bez pare sa sadržajem prašine.

Tehnike obrade koje se koriste u ovim slučajevima primjenjuje se po redu:

**1. korak:** ukloniti znatne količine krutih materijala ili pare prije daljnje obrade plinovitih komponenti ako ova obrada nije prikladna zbog visoke koncentracije prašine ili pare

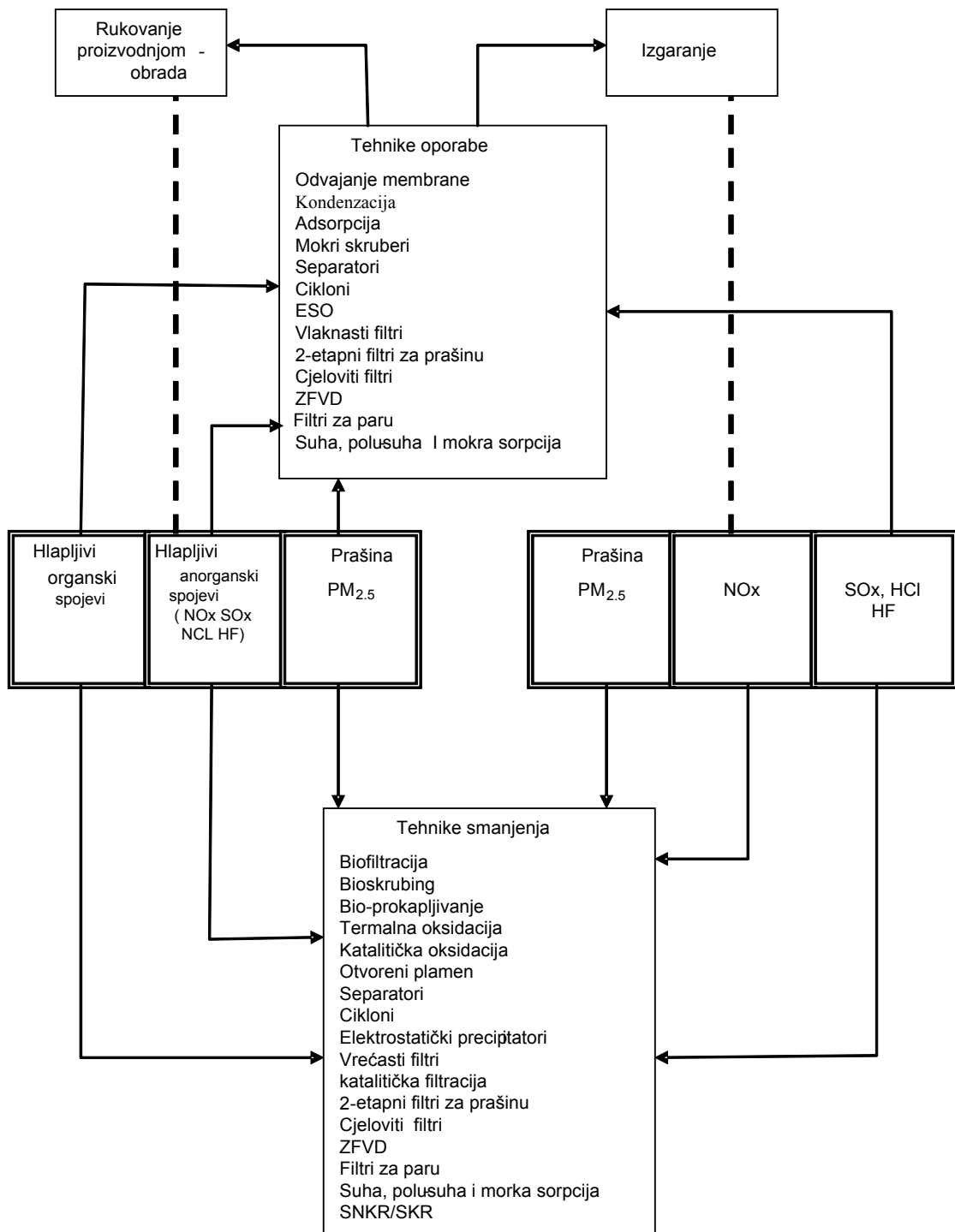
**2. korak:** otkloniti sve plinovite onečišćujuće tvari

**3. korak:** ako drugi korak ne može postići potrebnu razinu emisije, daljnje smanjenje je potrebno kao završna faza za poliranje

Druga skupina – postupci s visokom temperaturom - sastoje se od mješavine:

- čestica
- halogenih spojeva (uglavnom HCl, HF i Cl<sub>2</sub>)
- ugljičnog monoksida
- sumpornih oksida (većinom SO<sub>2</sub>)
- NO
- mogućih dioksina.

**Slika 1: Obrada otpadnih plinova na kraju proizvodnog postupka vezano uz vrstutip onečišćujućih tvari**



---

### 5.3.1 Obrada otpadnih plinova koji potječu iz proizvodnih postupka, obrade materijala itd.

#### Prašina

Zaključci o NRT-u nalažu uporabu prikladne kombinacije:

- uklanjanja lebećih čestica i aerosola / kapljica iz toka otpadnog plina, korištenjem tehnike ili kombinacije prema stvarnoj situaciji,
- korištenja prethodnog pročišćavanja da bi se spriječilo da se završni uređaji oštete ili preoptereće; šteta učinjena, primjerice, tvrdim ili velikim česticama ili česticama koje zagušuju filtre, adsorpcijske stupove, površine skrubera, površine membrana, katalizatore,
- korištenja vrećastih filtara ili ESP-a s minimalna 4 polja za uklanjanje prašine, moderna vlakna kao što je stakleno vlakno / Goretex spojevi imaju produženi vijek trajanja i veći otpor na temperaturu te, premda su početni troškovi viši, dugoročno troškovi su niži
- otkrivanja pucanja vrećice s filtrima od vlakna ili
- primjene tehnika visoke učinkovitosti da se odvoje znatne količine submikronskih čestica gdje je to primjenjivo,
- primjene slijednih filtara za paru kada se koriste mokri skruberi kao uređaji za završno pročišćavanje (sa zračnim filtrima velike djelotvornosti korištenje nizvodnih filtra za paru je već uključeno)
- operativne tehnike u njihovim primjerenim okvirima tlaka (omjer zrak/platno, omjer stopa protočnosti / površina) da bi se spriječila šteta na posudama ili emisija prašine od istjecanja iz posuda,
- korištenja obnove materijala gdje god je to izvedivo,
- uzimanja u obzir potrošnje energije, kritički procjenjujući korištenje energetsko-intenzivnih tehnika i uspoređujući rezultate s tehnikama bez energije ili s malom uporabom energije,
- uzimanja u obzir potrošnje vode, naročito u područjima gdje je nedostatak vode značajno pitanje. Uporaba mokrog skrubinga može se procijeniti i rezultati usporediti s tehnikama bez vode,
- korištenja vode za skrubing na način recikliranja s maksimalnim brojem recikliranja kada je to izvedivo i ne vodi abraziji ili koroziji u komorama korištenima u skrubingu.

#### HOS

Zaključci o NRT-u nalažu korištenje primjerene kombinacije:

- uklanjanja HOS-a iz struja otpadnog plina, korištenjem tehnika (ili njihove kombinacije) navedene u tablici 12.
- korištenja tehnika obnove kao što je kondenzacija, separacija membranom ili adsorpcija kadgod je to izvedivo da bi se ponovno dobile sirovine i solventi; struje otpadnog plina s visokim koncentracijama HOS-a je najbolje prethodno pročistiti tehnikama kao što je kondenzacija ili odvajanje / kondenzacija membranom da bi se uklonilo glavno opterećenje prije slanja na adsorpciju, mokri skrubing ili izgaranje; u slučaju adsorpcije i izgaranja mogu se javiti pitanja sigurnosti da se održi koncentracija HOS-a ispod 25% NGE
- uzimanja u obzir potrošnje vode (tehnološke i rashladne vode) primjenom tehnika kao što su mokri skrubing, kondenzacija (kada se koristi voda kao medij za hlađenje), adsorpcija (kada se voda koristi u regeneracijskim postupcima ili da se ohlade tokovi otpadnih plinova prije ulaska u adsorpcijski stup) ili biološko pročišćavanje (gdje se voda

---

koristi kao reakcijski medij); korištenje tih tehnika treba procijeniti i usporediti s rezultatima tehnika bez uporabe vode; kada je nestašica vode značajno pitanje ove tehnike mogu postati neprikladne pod posebnim lokalnim uvjetima

- korištenja tehnika smanjenja samo kada obnova nije izvediva, npr. zbog vrlo niske koncentracije HOS-a uzrokujući troškove energije ili materijala neproporcionalne postignutom koristima po okoliš
- procjene postojećeg smanjenja otpadnog plina da bi se ustanovilo je li izvediva obnova materijala i primjena prikladne tehnike, ako je obnova moguća
- pružanja prednost biološkoj obradi struja otpadnog plina niske koncentracije pred postupkom spaljivanja ako je to primjenjivo (tj. kada su sadržaj i sastav otpadnog plina kao i klimatološke karakteristike prikladne i ako to dozvoljava ušteda vode); potrošnja pomoćnog goriva za spaljivanje kod niske koncentracije HOS-a je nedostatak koji može, međutim, biti protuteža ako ni jedna druga obrada nije izvediva da bi se postigli zadani ciljevi za okoliš, na primjer, zbog pravnih ograničenja
- korištenja izgaranja struja otpadnog plina, naročito kada je moguća auto termalna operacija, kada treba smanjiti rizične spojeve ili kada nisu raspoložive druge, isto tako djelotvorne tehnike
- pružanja prednost katalitičkoj oksidaciji kadgod je to izvedivo i ekološki povoljno u usporedbi s termalnom oksidacijom koja proizvodi puno niži  $\text{NO}_x$
- sadržaj u emitiranim dimnim plinovima, niža temperatura operacije i zahtjevi za energijom mogu ih činiti prihvatljivijim od termalne oksidacije
- iskorištavanja tehnika izgaranja s obnovom energije (plinski motor, regenerativni i ojačavajući spaljivač) kada je to izvedivo
- korištenja termalnog spaljivača kada katalitički spaljivač nije primjenjiv, npr. zbog otrovnih utjecaja sadržaja otpadnog plina, ili kada je manja uspješnost uništavanja katalitičkom oksidacijom i nije dovoljna da primjereno umanju predmetne HOS
- primjene obrade ispušnog plina nakon izgaranja kada se očekuju značajne količine onečišćujućih tvari u ispušnom plinu jer su onečišćujuće tvari iz otpadnih plinova kao što su  $\text{SO}_2$ , HCl,  $\text{NO}_x$  izložene spaljivanju, dok dioksini obično nisu problem u spaljivanju otpadnog plina
- korištenja spaljivanja plamenom samo da se sigurno odlože suvišni sagorivi plinovi iz, npr. radnji održavanja, poremećaja sustava ili izdvojenih ventila bez poveznice sa sustavom za smanjenje
- korištenja prizemnog otvorenog plamena samo kada se ne očekuju rizične tvari u dimnom plinu; kada je potreban otvoreni plamen; unatoč prethodnom zaključku, treba procijeniti opcije za obnovu topline i nisku  $\text{NO}$  gorivost i, kada su rezultati pozitivni, treba primijeniti odgovarajuću opremu.

### **Ostali spojevi**

Zaključci o NRT-u za uklanjanje onečišćujućih tvari iz otpadnog plina (kao što su vodikovi halogenidi,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ , COS,  $\text{NH}_3$ , HCN,  $\text{NO}_x$ , CO, Hg) primjenom prikladnih kao što su:

- mokri skrubing (voda, kiselinske ili alkalne otopine) za vodikove halegonide,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$
- skrubing s ne-vodenim solventima za  $\text{CS}_2$ , COS ,
- adsorpcija za  $\text{CS}_2$ , COS, Hg ,
- biološka obrada plina za  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ ,
- spaljivanje za  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ , COS, HCN, CO ,

- 
- SNCR ili SCR za  $\text{NO}_x$  ,
  - obnova vodikovog klorida kada god je to izvedivo korištenjem vode kao medija za skrubing u prvoj fazi skrubinga da bi se proizvela otopina solne kiseline koja bi se koristila kao sirovina,
  - obnova  $\text{NH}_3$  kadgod je to izvedivo, koristeći tehniku koja omogućuje njegovu obnovu.
- U nastavku navedena tablica 12. prikazuje tehnike koje se smatraju NRT-om.

Tablica 8 Tehnike obrade vezane u NRT za obradu čestica iz uobičajenih tokova otpadnog plina

	Separator	Ciklon (suhi i mokri)	ESP (suhi i mokri)	Mokri skruber
<b>Svrha</b>	Gravitacijska separacija	Gravitacijska separacija potpomognuta centrifugalnim silama	Separacija električnim poljem	Prijenos mase od plinovite faze do tekuće faze
<b>Uporaba</b>	Preliminarna (nesamostalna tehnika) za različite sustave filtra da bi spriječili povlačenje ili abraziju. Nije prikladan za dimne plinove. Obnova je u načelu moguća.	Kontrola ČT kao prethodnog čistača za ESO ili vrećaste filtre (nesamostalna tehnika). Nakon operacija sušenja mlazom, drobljenja, mljevenja i kalciniranja. Prikladan za dimne plinove. Uobičajeno je moguća obnova.	Kontrola ČT kao završna obrada. Nakon kotla, u kemijskoj industriji, rafinerijama, sustavima spaljivanja i ubrizgavanja. Primjenjivo za mokre i ljepljive materijale, zapaljive mješavine kiselinske pare (mokri ESO). U načelu je moguća obnova.	Kontrola PM kao završna obrada. Ovisno o varijanti za PM najniže do <math>PM_{2.5}</math> i <math>PM_{HAP}</math>. Obnova je u načelu moguća. Također je primjenjivo za uklanjanje plina (HOS, anorganski spojevi)
<b>Ograničenja uporabe</b>	Stopa protočnosti: do 100,000 Nm <sup>3</sup> /h. Sadržaj prašine: nema ograničenja. Veličina čestica: > PM <sub>50</sub> , ali također najniže do PM <sub>10</sub> . Temperatura ovisi o materijalu komore, uobičajeno do 540 °C	Stopa protočnosti: do 100 000 Nm <sup>3</sup> /h (pojedinačna jedinica), do 180 000 Nm <sup>3</sup> /h (višestruke jedinice) Sadržaj prašine: do 16 000 g/Nm <sup>3</sup> Veličina čestice: najniže do PM <sub>2.5</sub> Temperatura ovisi o materijalu komore, može biti >1200°C	Stopa protočnosti: vrlo visoka, ovisi o varijanti do 1 800 000 Nm <sup>3</sup> /h Sadržaj prašine: 1-10 g/Nm <sup>3</sup> (spvodna cijev) 2-110 g/Nm <sup>3</sup> (žičana ploča). Veličina čestice: >PM <sub>10</sub> Temperatura: do 700 °C (suhi) <90 °C (mokri) Otpor: 5x10 <sup>3</sup> -2x10 <sup>10</sup> hm cm. Nije primjenjivo za Hg	Stopa protočnosti: ovisno o varijanti najviše do 170 000 Nm <sup>3</sup> /h. Sadržaj prašine: vidi tablicu 3.16 BREF-a. Veliko opterećenje prašinom s pločastim skruberima, sprej toranj, udarajući / povlačeći skruber, venturi-skruber Temperatura: vidi tablicu 3.16 BREF-a
<b>Potrošni materijali</b>	Energija: samo za ventilator Pad tlaka: <0.5 kPa	Energija: 0.25-1 .5 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 0.5-2.5 kPa	Voda s mokrim ESO Energija: 0.5-2 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 0.05-0.5 kPa	Voda za skrubiing: 0.5-5 l/Nm <sup>3</sup> Energija: 1-6 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 3-20 kPa (venturi)
<b>Međusobni utjecaj medija</b>	Odlaganje prašine	Odlaganje prašine. Emisija buke	Odlaganje prašine ili otpadne vode (mokri ESO)	Suspencija treba daljnju obradu separacijom. Emisija buke
<b>Prostorne potrebe</b>	Niske			
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari]</b>	10-90 (ovisno o veličini čestica i dolaznoj koncentraciji)	PM 80-99 PM <sub>10</sub> 60-95 PM <sub>5</sub> 80-95 PM <sub>2.5</sub> 20-70	PM 99-99.2 PM <sub>10</sub> 97.1-99.4 PM <sub>2.5</sub> 96-99.2 (suhi i mokri ESO)	PM 50-99 ovisno o varijanti NOS 50-95 ovisno o varijanti SO <sub>2</sub> 80-99 (vidi tablicu 3.17 BREF)
<b>Ostvarive razine emisija</b>			prašina: 5-15	

	Separator	Ciklon (suhi i mokri)	ESP (suhi i mokri)	Mokri skruber
[mg/Nm <sup>3</sup> ]				
<b>Nadogradnja</b>	Uobičajeno integriran			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• a detalji u odgovarajućem poglavlju</li> </ul>				



	Vrećasti filtar	Dvoetačni filtar prašine	HEPA -filtar	HEAF	filtar za paru
<b>Svrha</b>	Tehnika filtra, obloga poboljšane učinkovitosti	Tehnika filtra, materijal metalne gaze, metalna mreža	Tehnika filtra, materijal papir ili zamućeno stakleno vlakno s visokom gustoćom pakiranja	Tehnika filtra, filtar ravnog ležišta	Tehnika filtra, filtri s mrežastom podlogom ili metalni ili sintetički monofilament
<b>Primjena</b>	Uklanjanje PM <PM <sub>2.5</sub> kao završna obrada. Sakupljanje ČT neprikladnu za ESP. Sa sustavima za ubrizgavanje (dimni plin). Prikladno za dimni plin. Obnova je u načelu moguća.	Odstranjivanje PM kao završna obrada. Sa sustavima za ubrizgavanje (dimni plin). Prikladno za dimni plin. Obnova je u načelu moguća.	Odstranjivanje submikronskih PM između PM <sub>0.12</sub> i PM <sub>0.3</sub> . Nizvodno nakon ESP ili vlaknastih filtra kao završna obrada kada je potrebna velika učinkovitost sabiranja. Obnova je u načelu moguća.	Odstranjivanje aerosola kao što je ulje, plastifikatora, kondenzirajućih HOS. Zahtjeva nizvodni filtar pare i kapljični separator.	Odstranjivanje aerosola i kapljica. Zaštita nizvodne opreme da bi se spriječilo habanje i fricija. Uređaji za primarno sabiranje ostavljaju manje čestice za druge tehnike obrade. Nakon mokrog skruberu
<b>Ograničenje uporabe</b>	Velike čestice koje treba skupiti uzvodno. Stopa protočnosti: do 1 800 000 Nm <sup>3</sup> /h. Temperatura ovisi o vlaknu (vidi tablicu 3.18 BREF), iznad točke orošavanja. Sadržaj prašine do 230 g/Nm <sup>3</sup> . Izbjegavati ljepljivu prašinu.	Stopa protočnosti: do 75 000 Nm <sup>3</sup> /h po modulu. Temperatura: do 400°C. Sadržaj prašine: nema ograničenja.	Stopa protočnosti: do 3 600 Nm <sup>3</sup> /h po modulu. Temperatura: <200°C <530 °C (keramički) iznad točke orošavanja. Sadržaj prašine: 1-30 g/Nm <sup>3</sup> . Izbjegavati vlažno okruženje.	Stopa protočnosti do 25000 Nm <sup>3</sup> /h.	Stopa protočnosti do 150 000 Nm <sup>3</sup> /h Temperatura <170 °C Sadržaj prašine <1 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>Potrošači</b>	Komprimirani zrak Energija: 0.2-2 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 0.5-2.5 kPa 5-50 kPa_(keramički)	Komprimirani zrak Energija: 1.5 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 0.5-2.5 kPa	Energija: <0.1 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 0.05-0.25 kPa	Energija: <0.1 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 8 kPa	Energija Pad tlaka 2.5-9.0 kPa
<b>Međusobni utjecaji medija</b>	Odlaganje prašine	Odlaganje prašine	Odlaganje opterećenih modula filtra	Odlaganje opterećenih rola filtra	Odlaganje tekućine za pranje i opterećenog filterskog materijala

	Vrećasti filter	Dvoetafni filter prašine	HEPA -filter	HEAF	filter za paru
<b>Prostorne potrebe</b>					
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari]</b>	prašina 99-99.9		PM <sub>0.01</sub> >99.99 PM <sub>0.1</sub> gotovo potpuno	kapljice 99 aerosoli 99	prašina 99 aerosoli 99
<b>Ostvarive razine emisija [mg/Nm<sup>3</sup>]</b>	prašina 2-10 1 (keramički filter)	prašina 1 (neovisno o dolazu)	PM 0.0001		

**Tablica 9: Tehnike obrade vezane uz NRT za obradu HOS-a i anorganskih spojeva iz uobičajenih struja otpadnog plina**

	<b>Mokri skrubing</b>	<b>Adsorpcija</b>	<b>Kondenzacija</b>	<b>Separacija membranom</b>
<b>Svrha</b>	Prijenos mase iz plinovite faze u tekuću fazu	Prijenos materijala iz plinovite faze na čvrstu površinu	Fluks hlađenjem	Zasićenje kroz površinu membrane
<b>Uporaba</b>	Kontrola NOS, anorganskih spojeva i također prašine, ovisno o varijanti i tekućini za skruber (voda, kiselinske ili alkalne otopine), 1-ili 2-etapna Primjena. U načelu, obnova je moguća desorpcijom	Odstranjivanje NOD, mirisnih tvari, dioksina, itd. Zaštitni filter nakon završne obrade. Različite varijante. U načelu obnova je moguća nakon regeneracije.	Obnova NOS iz koncentriranog toka otpadnog plina. Prethodna obrada prije adsorpcije, skrubinga, sustava za smanjivanje. Naknadna obrada obogaćenog toka plina iz membrana ili odvajanjem otpadne vode	Obnova NOS ili isparavanja od goriva. Obogaćivanje NOS tokova plina da bi bili raspoloživi za obradu kao što je kondenzacija ili vrijednim za spaljivanje.
<b>Ograničenja uporabe</b>	Stopa protočnosti. Temperature najbolje ispod 40 °C za plinski skrubing s vodom bez kemijske reakcije. Opterećenje prašinom: ovisno o varijanti.	Stopa protočnosti: do 100,000 Nm <sup>3</sup> /h Temperatura: <80 °C (GAU) < 250 °C (zeoliti) Sadržaj NOS: <25 % NGE Opterećenje prašinom: nisko	Stopa protočnosti: do 100,000 Nm <sup>3</sup> /h <5,000 Nm <sup>3</sup> /h (za kriogene verzije) Temperatura: <80 °C Ograničenja zbog smrzavanja i naknadnog blokiranja. Opterećenje prašinom: nisko (<50 mg/Nm <sup>3</sup> )	Stopa protočnosti: ovisno o području površine membrane. Temperatura i pritisak ovise o materijalu membrane. Opterećenje prašinom: vrlo nisko NOS opterećenje: nema ograničenja
<b>Potrošni materijali</b>	Voda za skrubing, voda za hlađenje kemikalije (kiselina, kaustik, oksidant) Energija 0.2-1 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Para za odvajanje (desorpcija) Pad tlaka 0.4-0.8 kPa	Para ili dušik (desorpcija) Voda za hlađenje (kondenzacija) Energija 35-260 kWh/toni solventa Pad tlaka: 2-5 kPa	Medij za hlađenje (zrak, voda, slana voda, amonijeva-slana voda, tekući dušik) Energija: 70 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> (kirogena) Pad tlaka: 0.1-0.2 kPa	Energija: 250 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> . Pad tlaka: 0.1-1 MPa
<b>Međusobni utjecaji medija</b>	Otpadnu vodu treba pročititi. Energija i emisija regeneracije	Otpadna voda od regeneracije. Odlaganje adsorbenta.	Daljnja obrada je uobičajeno potrebna nakon kondenzacije	Daljnja obrada zasićenja
<b>Prostorne potrebe</b>				
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja]</b>	NOS 50-99 anorganski spojevi 90-99 SO <sub>2</sub> 80-99	NOS 80-95 Miris 80-95 H <sub>2</sub> S 80-95		NOS do 99,9

	Mokri skrubing	Adsorpcija	Kondenzacija	Separacija membranom
onečišćujućih tvari]				
Dostižne razine emisija [mg/Nm <sup>3</sup> ]	HF <1 HCl <10 (<50 s vodom) SO <sub>2</sub> <40	Hg <0.05 Dioksini <0.1 ng/Nm <sup>3</sup> ET		
Nadogradnja	Relativno laka	Relativno laka		

	<b>Bioška obrada (filtracija/ skrubing/ prokapljivanje)</b>	<b>Termalna oksidacija</b>	<b>Katalitička oksidacija</b>	<b>Plinski motor / parni kotao</b>
<b>Svrha</b>	Bioška degradacija mikroorganizmima	Oksidacija s kisikom (zrakom) grijanjem toka plina iznad njegove točke samozapaljenja	Oksidacija s kisikom (zrak), koristeći katalizatore da se snizi točka samozapaljenja	Spaljivanje otpadnog plina za obnovu energije
<b>Primjena</b>	Odstranjivanje niskih koncentracija onečišćujućih tvari topivih u vodu. NH <sub>3</sub> , amini, ugljikovodici, H <sub>2</sub> S, tulen, stiren, miris	Emisija iz svih HOS izvora, najprikladnije za autotermalne HOS koncentracije i završnu obradu za rizične supstance	Ista primjena kao termalno spaljivanje, onečišćujuće tvari ograničeni na neotrovne. Sa ili bez obnove topline	Tokovi otpadnog plina prikladni za plinski motor, nizvodni generator za proizvodnju elektriciteta
<b>Ograničenja uporabe</b>	Nije prikladan za promjenjivi sadržaj NH <sub>3</sub> može uzrokovati probleme  Mraz, kiša, visoka temperatura okoline utječe na materijal filtra	Stopa protoka: do oko 86,000 Nm <sup>3</sup> /h Raspon temperature: 800-1000 °C 980-1200 °C (rizične supstance) NOS: <25 % NGE	Stopa protočnosti: do oko 86,000 Nm <sup>3</sup> /h Raspon temperature: 300-500 °C NOS: <25% NGE	Relativno nisko ograničenje temperature zapaljivosti sastava otpadnog plina kada su uključeni korozivni spojevi ili predkursori
<b>Potrošni materijal</b>	Voda (skrubing i prokapljivanje vode) Kemikalije (nutrienti, pH prilagodba) Energija: <1 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 0.2-2 kPa	Gorivo za vrijeme početnih i ne-auto-termalnih uvjeta Energija: 3-8 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 1-5 kPa	Gorivo za vrijeme početnih i ne-auto-termalnih uvjeta Energija: 1-2 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Pad tlaka: 1-5 kPa	Spojeno s parnim kotlom za proizvodnju pare
<b>Međusobni utjecaji medija</b>	Odlaganje materijala filtra. Otpadna voda od skrubinga i bio prokapljivanja. Emisija mirisa od skrubinga i bio prokapljivanja	CO i NO u dimnom plinu Cl- i S-sadržaj zahtjeva obradu dimnog plina dioksini uobičajeno nisu problem u optimiziranim uvjetima	Vrlo nizak NO u dimnom plinu (oko 15 mg/Nm <sup>3</sup> ) Cl- i S-sadržaj zahtjeva obradu dimnog plina dioksini uobičajeno nisu problem	Niska temperatura zapaljenja s niskim NO CO u dimnom plinu smanjen katalizatorima
<b>Ostvariv uspjeh [% odvajanja onečišćujućih tvari]</b>	HOS 75-99 Anorganski 80-95 (sve) Miris 70-95	HOS 95-99	HOS 90-99 CO >98 Neugodni mirisi 80-95	

	<b>Biološka obrada (filtracija/ skrubing/ prokapljivanje)</b>	<b>Termalna oksidacija</b>	<b>Katalitička oksidacija</b>	<b>Plinski motor / parni kotao</b>
<b>Ostvarive razine emisija [mg/Nm<sup>3</sup>]</b>		UOU 1-4		
Napomena: Korištenja filtara s mikro rasterom u svezi s biološkom filtracijom mogu se smatrati tehnikama koje mogu postići vrlo niske razine BPK i razine nutrienata. Tehnika se može koristiti tamo gdje se zahtijevaju dodatne mjere da bi se osigurao standard kvalitete vode.				

## 5.4 Obrada plinova od izgaranja

Zaključci o NRT-u za odstranjivanje **prašine** su:

- primijeniti ESP ili vrećasti filter (nakon izmjenjivača topline na 120-150 °C) ili
- primijeniti katalitičku filtraciju ili
- primijeniti mokri skrubing

Zaključci o NRT-u za uklanjanje **HCl, HF i SO<sub>2</sub>** su

- obnoviti ih kad je to izvedivo koristeći dvoetafni mokri skrubing, koristeći u prvoj etapi vodu ili kiselinsku otopinu kao medij za skrubing na način recikliranja da se odstrane HF i HCl, koristeći u drugoj etapi suspenziju kalcijevog karbonata da se ukloni SO<sub>2</sub> kao kalcijev sulfat (nakon ubrizgavanja zraka). I HCl i kalcijev sulfat mogu se obnoviti kao obogaćena solna kiselina i gips; dvoetafni mokri skrubing se također koristi bez obnove materijala da bi se razdvojili ioni klorida i fluorida prije odsumporavanja ili
- njihovo odstranjivanje suhim ili polu-suhim ili mokrim ubrizgavanjem sorbenta, generirana prašina se odstranjuje zajedno s prašinom od spaljivanja; mokri skrubing, međutim, je najučinkovitija tehnika za smanjenje kao i za obnovu; postoje i druge tehnike DPG, koje se uglavnom koriste u elektranama, koje su unutar okvira BREF-a o velikim uređajima za loženje.

NRT za uklanjanje NO<sub>x</sub> su

- primijeniti SCR umjesto SNCR (barem za veća postrojenja) jer ima bolju učinkovitost odstranjivanja i bolji utjecaj na okoliš; za postojeće postrojenje koje koriste SNCR uređaje, vrijeme za razmatranje izmjena može biti kada se planiraju značajne promjene na uređaju za loženje; premda SCR je NRT u općenitom smislu, postoje individualni slučajevi (tipično za manja postrojenja) gdje je SNCR tehnički i ekonomski najbolje rješenje; treba napraviti procjenu ako druge mjere postižu bolje sveukupno unapređenje nego nadogradnja SNCR-a.

Postoji još DeNO<sub>x</sub> postupaka u uporabi, npr. nekoliko simultanih tehnika odstranjivanja SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> koje su također NRT kada postižu sličan učinak.

## 5.5 Zaključci o NRT-u za obnovu sumpora u sektoru proizvodnje metala

### 5.5.1 Plinovi s do 1 % sumpornog dioksida

1. Wellman-Lordovi regenerativni postupci uključuju reakciju slabih plinova s natrij sulfidom i vodom da se proizvede natrij bisulfid. Koncentrirani sumporni dioksid može se odvojiti iz ovih otopina i proizvesti tekući sumporni dioksid ili se mogu napraviti drugi proizvodi kao što je sumpor.
-

2. 2,3-dimetilanilin (DMA) Asarco postupak- skrubing može apsorbirati sumporni dioksid, koji se onda uklanja reakcijom s vodom da se proizvedu sumporne kiseline ili tekući sumporni dioksid.
3. Peracidox postupak, oksidacija s vodikovim peroksidom da se proizvede sumporna kiselina.
4. Sulfacidni postupak, oksidacija s katalizatorom aktivnog ugljena da se proizvede sumporna kiselina.
5. Desumporizacija dimnog plina (DDP) u suhim ili polusuhim skruberima koristeći vapno da se dobije gips. Ovaj sustav se koristi ekstenzivno u elektranama.
6. Dvostruki alkalni skrubing s apsorpcijom natrijevog hidroksida i taloženjem gipsa.
7. Apsorpcija gline i taloženje gipsa (Dowa postupak).
8. Taloženje magnezij sulfata.

### 5.5.2 Plinovi s većom koncentracijom sumpornog dioksida.

1. Apsorpcija sumpornog dioksida u hladnoj vodi (npr. hladnoj morskoj vodi) praćena odvajanjem vakuumom i obnova kao tekući sumporni dioksid. Ovi postupci se koriste u svezi sa postrojenjima za sumpornu kiselinu za obnovu sumpornog dioksida koji nije otopljen. Potencijal za proizvodnju tekućeg sumpornog dioksida ovisi o postojanju lokalnog tržišta.
2. Proizvodnja sumporne kiseline. Proizvodnja sumporne kiseline paljenjem sumpora da se proizvede sumporni dioksid je dobro uhodan kemijski postupak. Te postrojenja imaju koristi od stalne, visoke koncentracije plina i stoga imaju manje ograničenja postupka. Plinovi iz pržionica ili peći za taljenje nemaju te karakteristike i teže je s njima rukovati i moguće je da neće dostići istu razinu ili konzistenciju konverzije.

Plinovi iz visoke peći se čiste i hlade i mogu se osušiti. Sumporni dioksid u plinu se onda pretvara u sumporni trioksid u 'kontaktnom postupku' kada plinovi prolaze kroz vanadij pentoksid katalitičko ležište. Ponekad se katalizatorima daju primjese cezij oksida, što može poboljšati učinkovitost naročito kada je  $\text{SO}_2$  koncentracija niska i varijabilna ili kada je temperatura niska. Poboljšani katalizatori se koriste da povećaju učinkovitost konverzije u postrojenjima jednostrukog i dvostrukog kontakta.

U **postrojenju jednostrukog kontakta** plinovi prolaze kroz seriju od četiri ili više katalitičkih ležišta da bi dostigli visoku učinkovitost konverzije. Proizvodnja sumpornog trioksida je egzotermična i ako je sadržaj sumpornog dioksida dovoljno velik da proizvede dovoljno topline, plinovi se hlade između svakog prolaza. S plinovima koji imaju nizak sadržaj sumpornog dioksida, toplina se može dodati prije prolaza. Stvoreni sumporni trioksid se onda apsorbira u 98 % sumpornu kiselinu, koja se onda razrjeđuje da daje sumpornu kiselinu. WSA postupak je razvoj postrojenja jednostrukog kontakta.

Prisutnost sumpor trioksida sprječava konverziju sumpornog dioksida i **postupak dvostrukog kontakta** se stoga najčešće koristiti da se dobije uspješna konverzija

---



sumpornog dioksida kada je sadržaj sumpornog dioksida plina dovoljno velik. U ovom slučaju sumporni trioksid se apsorbira nakon drugog ili trećeg prolaza, dozvoljavajući konverziji više sumpornog dioksida u sljedećim prolazima. Ovo je praćeno daljnjom etapom apsorpcije sumpornog trioksida. Korištenje postrojenja dvostrukog kontakta povećava učinkovitost uklanjanja sumpornog dioksida od < 98 % do > 99,5 %. Također postoje izvještaji da katalizatori s primjesom cezija mogu ovo poboljšati do 99,9 % ali se ti podatci odnose na postupak koji ima veliku, ujednačenu koncentraciju sumpornog dioksida dolaznog plina [tm 140, Finska Cu 1999].

Potrebno je odstranjivanje prašine prije kontaktnog postupak da bi se zaštitili katalizatori i da bi se proizvela čista kiselina. To smanjuje koncentraciju većine metala, na primjer cinka, do prihvatljivih razina i u kiselini koje je proizvedena i sprječava trovanje katalizatora. Prethodna obrada toka plina uobičajeno uključuje nekoliko etapa ovisno o onečišćujućim tvarima koje su prisutne u struji plina. Etape mogu uključivati hlađenje s obnovom topline, vrući elektrostatički taložnik, skrubing da se odstrani živa itd. i mokri elektrostatički taložnik.

Blaga kiselina stvorena u odjeljku čišćenja plina sadrži tipično 1 – 50 %  $H_2SO_4$ . Halidi će biti prisutni kao HCl (10 – 1000 mg/l) i HF (10 - 1000 mg/l uključuje  $H_2SiF_6$ ). Kiselina može također sadržavati metale kao što je bakar, cink i željezo (individualno do 2 500 mg/l), živu (do 1900 mg/l) i olovo (do 50 mg/l). Arsen može biti prisutan do razine od 10 000 mg/l. Ostali elementi, kao što je aluminij, nikal, krom, kadmij, bizmut, antimon, itd. mogu također biti prisutni ovisno o onečišćujućim tvarima koje su prisutne u dolazu iz peći za taljenje. Blaga kiselina će također biti zasićena sa  $SO_2$  (tipično između 2 000 i 5 000 mg/l ovisno o snazi  $SO_2$ ). Ova se kiselina može razgraditi i plin proslijediti do kiselinskog postrojenja, obraditi se i koristiti npr. ako se u blizini nalazi postupak ispiranja.

Bilo koji  $NO_x$  koji je prisutan u plinovima obrađenim u postrojenju sa sumpornom kiselinom apsorbira se u kiselinu koja se proizvede. Ako su koncentracije visoke onda se proizvodi smeđa kiselina i to može biti neprihvatljivo za potencijalne korisnike. Problem je stoga u potencijalnoj prodaji.

## 5.6 Dioksini

Premda se dioksini uništavaju na visokoj temperaturi (iznad 850 °C) u prisustvu kisika, postupak de-novo sinteze je još moguć kako se plinovi hlade kroz 'reformacijski prozor'. Ovaj prozor može biti prisutan u sustavu za smanjenje i dijelovima za hlađenje visoke peći, npr. U području ulaza. Briga posvećena dizajniranju sustava za hlađenje da bi se umanjilo vrijeme zadržavanja u prozoru daje se da bi se spriječila de-novo sinteza. Treba biti dovoljno kisika prisutno u vrućim plinovima i ubrizgavanje kisika se može koristiti da bi se osiguralo potpuno izgaranje. Dioksini se lako apsorbiraju na krutu tvar i mogu se skupiti u sve okolišne medije kao što je prašina, kruti skruberi i Filtarska prašina.

Zaključci NRT-a za smanjenje emisija dioksina i tiofena su:

- tehnika aktivnog koksa. Dodavanje aktivnog ugljika aditivima kalcij hidrata je dokazalo učinkovitost u aluminijskim talioničkim postrojenjima koristeći napojne zalihe koje sadrže metal s organskom kontaminacijom.; količina i sastav aditiva ovisi u velikom stupnju o uvjetima postupka, porijeklu i sastavu ulaznog materijala

- uvjeti izgaranja: poboljšanje uvjeta izgaranja može biti uporaba obogaćenog zraka ili čistog kisika, obogaćenog ili poboljšanog miješanjem kisika sa sagorjevačima, povišujući temperaturu izgaranja ili vrijeme zadržavanja na visokoj temperaturi
- termalno post sagorijevanje, praćeno brzim gašenjem vrućeg plina također smanjuje stvaranje dioksina
- smanjenje organskih sadržaja (npr. strojno ulje, premazi) dovodnika je također mjera da se smanji stvaranje dioksina.

Da bi se smanjila potreba za adsorbentima može biti korisno vratiti svu ili nešto prašine iz filtra. Osim toga, potrebni adsorbent mora biti prilagođen emisijskom ponašanju postrojenja. S obzirom na potrošnju sorbenta moraju se individualno testirati optimizirane solucije u odnosu na tehnologiju taljenja korištenu u svakom slučaju.

Tehnike uklanjanja dioksina su korištenje aktivnog ugljena ili mješavina aktivnog ugljena i drugih agensa (vapno, soda bikarbona itd.) koji se mogu ubrizgati u struju plina i dioksini se apsorbiraju na površini. Visoko djelotvorna filtracija prašine je onda korištena da se ukloni prašina i dioksini. Dioksini se također mogu apsorbirati na druge čestice tvari i mogu se ukloniti koristeći visoko djelotvornu filtraciju prašine. Skupljena prašina može imati veliku koncentraciju dioksina i može biti potrebno odlaganje ili obrada pažljivim vraćanjem prašine u visoku peć. Sustavi katalitičke oksidacije su također raspoloživi za uništavanje dioksina i postoje izvješća da se koriste vrećasti filtri koji uključuju katalitički sloj.

**Tablica 10 Razine emisija vezane uz NRT za obradu sagorivih ispušnih plinova**

Parametar	Razine emisije [mg/Nm <sup>3</sup> ]
prašina	<5-15
HCl	<10
HF	<1
SO <sub>2</sub>	<40 <sup>1</sup> - 50 <sup>2</sup>
NO <sub>x</sub> (plinski kotlovi/grijači)	20-150
NO <sub>x</sub> (kotlovi na tekućinu/grijači)	55-300
NH <sub>3</sub> <sup>4</sup>	< 5 <sup>5</sup>
dioksini	0.1 ng/Nm <sup>3</sup> ET

<sup>1</sup> % prosjek na sat, sadržaj referentnog kisika 3 %  
<sup>2</sup> niži doseg za plinovito gorivo, viši doseg za tekuće gorivo  
<sup>3</sup> viša vrijednost za mala postrojenja, koristeći SNCR  
<sup>4</sup> NH<sub>3</sub> iskliznuće sa SCR  
<sup>5</sup> vrijednost za nove katalizatore, ali se odvija viša NH<sub>3</sub> emisija kako katalizatori stare

## 5.7 Uklanjanje žive

Uklanjanje žive je potrebno kada se koriste neke sirovine koje sadrže metal. O posebnim slučajevima se govori u poglavljima koji su specifični za metal. NRT je koristiti jednu ili više od sljedećih tehnika kada se one primjenjive za postrojenje:

- Boliden/Norzink postupak s obnovom otopina skrubera i proizvodnjom živinog metala
- Bolchem postupak s filtriranjem živinog sulfida da bi se dozvolilo da se kiselina vrati u etapu apsorpcije
- Outokumpu postupak

- postupak natrijevog tiocianata (NaSCN)
- korištenje filtra s aktivnim ugljenom da se odstrani živina para i dioksini iz toka plina.

NRT je da se smanji sadržaj žive u sumpornoj kiselini koja se proizvodi za vrijeme proizvodnje obojenih metala koristeći bilo koju tehniku od dolje navedenih:

- postupak Superlig ionske izmjene
- kalij jodidni postupak.

BATAEL se odnosi na bilo koju ostatnu živu koja će biti prisutna u kiselini koja se proizvodi, proizvodna specifikacija je uobičajeno <0.1 mg/l (mg/l) i ekvivalentna je 0,02 mg/Nm<sup>3</sup> u očišćenom dovodu plina.

## 2. KRATICE

AOX	Absorbable Organic Halogen = apsorbni organski halogen
API	American Petroleum Institute = američki naftni institut
BAT - NRT	Best Available Techniques = najbolje raspoložive tehnike
BREF	BAT Reference Document = referentni dokument o NRT-u
CEFIC	European Chemical Industry Council = Europski savjet za kemijsku industriju
COD - KPK	Chemical Oxygen Demand = kemijska potreba kisika
EMAS-	Eco-Management and Audit Scheme = Sustav upravljanja okolišem i ispitivanja okoliša pogona
EMFA	Energy and material flow Analysis = Analiza toka energije i materijala
ESP	Electrostatic Precipitator = elektrostatički taložnik
FGD	Fuel Gas Desulphurisation = desumporizacija plina iz goriva
GMP	Good Manufacturing Practice = dobra proizvodna praksa
HEAF	High Efficiency Air filter = zračni filter visoke djelotvornosti
HEL	Higher Explosion Limit = viša granica eksplozije
HEPA	High Efficiency Particulate Air = čistični zrak visoke učinkovitosti
ICC	International Chamber of Commerce = Međunarodna trgovinska komora
LDAR	Leak Detection and Repair = otkrivanje nekontroliranog istjecanja i popravak
LEL	Lower Explosion Limit = niža granica eksplozije
LPG - UNP	Liquefied Petroleum Gas = ukapljeni naftni plin

---

MF	Micro filtration = mikrofiltracija
NF	Nano filtration = nanofiltracija
PSA	Pressure Swing Absorption plant = postrojenje za apsorpciju povratnog tlaka
RO	Reverse Osmosis = obrnuta osmoza
SCR	Selective Catalytic Reduction = selektivna katalitička redukcija
SME	Small to Medium Enterprise = malo do srednje poduzeće
SNCR	Selective non Catalytic Reduction = selektivna nekatalitička redukcija
UF	Ultra filtration = ultrafiltracija
VOC - HOS	Volatile Organic Compound = hlapivi organski spoj
WWTP - UPOV	Waste Water Treatment Plant = Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda

---