

## V. NANÁŠANIE NÁTEROV NA CESTNÉ VOZIDLÁ

(NAJMÄ PRIEMYSelnÁ VÝROBA AUTOMOBILOV S PRAHOVOU SPOTREBOU ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL  $\geq 15$  T/ROK)

Táto časť štúdie sa zaoberá povrchovou úpravou vozidiel v zariadeniach s ročnou spotrebou rozpúšťadiel presahujúcou 15 ton a súvisiacim čistením technologických zariadení.

**Povrchová úprava vozidla** je definovaná ako akákoľvek činnosť, pri ktorej sa na vozidlá, ktoré sú uvedené nižšie, aplikuje jedna alebo viac vrstiev kontinuálneho náteru na:

- osobné automobily ako vozidlá kategórie M1, vrátane vozidiel kategórie N1, ak sú natierané v tom istom zariadení ako vozidlá kategórie M1,
- kabíny nákladných automobilov ako kabíny pre vodiča a všetky integrované kryty pre technické vybavenie vozidiel ako vozidlá kategórií N2 a N3,
- dodávkové a nákladné automobily ako vozidlá kategórií N1, N2 a N3, s výnimkou kabín nákladných automobilov,
- autobusy, trolejbusy ako vozidlá kategórií M2 a M3

Vozidlá uvedené vyššie sú definované v nariadení vlády č. 140/2009 Z. z., ktorým sa ustanovujú podrobnosti o typovom schvaľovaní motorových vozidiel a ich prípojných vozidiel, systémov, komponentov a samostatných technických jednotiek určených pre tieto vozidlá v znení neskorších zmien nasledovne:

- "**motorové vozidlo**" - motorom poháňané vozidlo pohybujúce sa vlastným pohonom, najmenej so štyrmi kolesami, ktoré je dokončené, dokončované alebo nedokončené a má najväčšiu konštrukčnú rýchlosť prevyšujúcu 25 km /h.
- "**prípojné vozidlo**" - vozidlo bez vlastného pohonu projektované a vyrobené tak, aby mohlo byť ťahané motorovým vozidlom.
- **Kategória M:** Motorové vozidlá projektované a konštruované najmä na prepravu osôb a ich batožiny.
- **Kategória M1:** Vozidlá kategórie M s najviac s ôsmimi miestami na sedenie okrem miesta na sedenie vodiča. Vozidlá zaradené do kategórie M1 nemajú priestor pre stojacich cestujúcich a počet miest na sedenie môže byť obmedzený na jedno, t. j. miesto na sedenie vodiča.
- **Kategória M2:** Vozidlá kategórie M s viac ako ôsmimi miestami na sedenie okrem miesta na sedenie a s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou neprevyšujúcou 5 000 kg. Vozidlá kategórie M2 môžu mať okrem miest na sedenie priestor pre stojacich cestujúcich.
- **Kategória M3:** Vozidlá kategórie M s viac ako ôsmimi miestami na sedenie okrem miesta na sedenie vodiča a s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou prevyšujúcou 5 000 kg. Vozidlá kategórie M3 môžu mať priestor pre stojacich cestujúcich.
- **Kategória N:** Motorové vozidlá projektované a konštruované na prepravu nákladu. Kritériá na zaradenie vozidiel do kategórie N sú ustanovené v bode 3 časti A prílohy II smernice.
- **Kategória N1:** Vozidlá kategórie N s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou neprevyšujúcou 3 500 kg.
- **Kategória N2:** Vozidlá kategórie N s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou prevyšujúcou 3 500 kg, ale neprevyšujúcou 12 000 kg.
- **Kategória N3:** Vozidlá kategórie N s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou prevyšujúcou 12 000 kg.
- **Kategória O:** Prípojné vozidlá projektované a konštruované na prepravu nákladu alebo osôb ako aj na ubytovanie osôb.
- **Kategória O1:** Vozidlá kategórie O s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou neprevyšujúcou 750 kg.
- **Kategória O2:** Vozidlá kategórie O s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou prevyšujúcou 750 kg, ale neprevyšujúcou 3 500 kg.

- **Kategória O3:** Vozidlá kategórie O s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou prevyšujúcou 3 500 kg, ale neprevyšujúcou 10 000 kg.
- **Kategória O4:** Vozidlá kategórie O s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou prevyšujúcou 10 000 kg.

## 5.1 VŠEOBECNÝ OPIS ČINNOSTI A JEJ NAJČASTEJŠIE VYUŽITIE V PRIEMYSELNÝCH SEKTOROCH

Činnosti súvisiace s povrchovou úpravou vozidiel a nátery prívesov sú uvedené v samostatnom usmerňovacom dokumente (pozri činnosť VI.). To isté platí aj v prípade náteru nových automobilov, autobusov, dodávkových automobilov, nákladných áut a kabín nákladných vozidiel v zariadeniach so spotrebou rozpúšťadiel < 15 ton ročne.

V tejto činnosti nie sú zahrnuté:

- nanášanie kovov pomocou elektroforetických a chemických techník,
- následné opravy vozidiel alebo ich častí,
- konzervácie alebo dekorácie vozidiel vykonávané mimo výrobných zariadení.

Následné opravy pôvodných náterov a konzervácia a dekorácia vozidiel vykonávaná mimo sériových výrobných zariadení, sú regulované samostatnou vyhláškou MŽP SR č. 127/2011 Z.z., ktorou sa ustanovuje zoznam regulovaných výrobkov, označovanie ich obalov a požiadavky na obmedzenie emisií prchavých organických zlúčenín pri používaní organických rozpúšťadiel v regulovaných výrobkoch.

Namiesto splnenia emisných limitov sa prevádzkovatelia môžu rozhodnúť použiť schému znižovania emisií - redukčný plán, podľa špecifikácií uvedených v prílohe č. 6 vyhlášky MŽP SR č. 410/2012 Z.z. v znení neskorších predpisov.

Osobitné požiadavky platia pre VOC klasifikované ako látky CMR, ako aj pre halogenované VOCs, ktorým sú priradené výstražné vety H351 alebo H341. Všeobecne platí povinnosť nahradiť CMR látky - pokiaľ je to možné - menej škodlivými látkami alebo prípravkami v čo najkratšom čase.

Povrchová úprava nových vozidiel musí spĺňať prísne kvalitatívne požiadavky (obzvlášť prísne pre osobné automobily, menej pre dodávky, nákladné autá, autobusy) pre:

- dlhodobú ochranu pred koróziou, chemickým zásahom (napr. výkalmi vtákov, kyslým dažďom), ochranu proti kamienkom, slnečným žiarením, odieraním v umývačkách automobilov atď.,
- vynikajúce vlastnosti optického povrchu: lesk, farebná hĺbka,
- homogénnosť a konzistencia sfarbenia.

Tieto požiadavky sa dosahujú najmenej tromi, často štyrmi a až piatimi vrstvami farieb, ktoré sú navzájom dopĺňané. Zvyčajne prevláda nasledujúce zloženie nanášaných vrstiev:

- predúprava dielov karosérie zostavených z kovov (napríklad ocele predbežne ošetrené fosfátom pre odolnosť proti korózii alebo hliník upravený pasiváciou),
- predbežná vrstva: elektroforetické namáčanie / katodická elektrolýza,
- ochrana podvozku / tesnenie,
- primer / plnič,
- farebná vrstva: môže byť zložená zo základného farebného náteru (BC) a priehľadného (číreho) ochranného laku (CC),
- ochrana dutín a, ak je to potrebné, ochrana vozidla pri transporte (táto činnosť je v ostatnej dobe nahrádzaná maskovaním vozidla fóliami alebo textilnými návlakmi).

Typické náterové systémy pre dodávky, nákladné autá a kabíny nákladných automobilov sú buď sériový náter (s teplotou sušenia približne 140°C) alebo dvojzložkové farby (s teplotou sušenia 80°C). Taktiež sa často používa kombinácia oboch systémov.

Najbežnejšie používané aplikačné techniky pre autobusy sú elektrolytické nátery na báze vody, elektrostatické nátery a rôzne typy vrchného náteru (konvenčné základné nátery a elektrostaticky čisté nátery).

## 5.2 OPIS ŠTANDARDNÉHO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU VRÁTANE BLOKOVEJ SCHÉMY A OPISU JEDNOTLIVÝCH TECHNOLOGICKÝCH ÚKONOV, PRI KTORÝCH SA POUŽÍVAJÚ ORGANICKÉ ROZPÚŠŤADLÁ ALEBO KDE DOCHÁDZA K EMISIÁM PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKO

### 5.2.1 OPIS ŠTANDARDNÉHO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU

Emisie VOC z tejto činnosti závisia od použitých náterových systémov. Najväčšie zníženie emisií VOC je dosiahnuté, ak sú tradičné náterové systémy nahradené práškovými. To je však možné pre základné nátery a vrchné nátery na kov. Ak nie je možné nanášanie prášku, zníženie emisií VOC sa dá ešte dosiahnuť nahradením prípravkov na báze rozpúšťadiel systémami na báze vody. Na elektroforetické namáčanie sa bežne používajú nátery na báze vody (zvyčajne obsahujú 1 až 6% VOC). Na báze vody sú tiež často používané primery (5 - 6% VOC) a základné nátery (10 - 15% VOC). Okrem toho môžu byť použité jednovrstvové vrchné nátery na báze vody (v súčasnosti obsahujúce 11 - 15% VOC), ako aj čirý lak na báze vody (približne 15% VOC). Sú používané aj vrchné nátery na báze vody s menej ako 10% obsahom rozpúšťadiel (namiesto menej ako 20%) a základné nátery s vysokým obsahom tuhých látok s obsahom rozpúšťadiel 50 - 80%.

Po predbežnej úprave (odmasťovanie, fosfátovanie, pasivácia) sa aplikuje povrchová úprava minimálne v 3 až 5 náterových a lakových vrstvách, spolu s utesením spojov, ochranou karosérie a podvozku a ochranou pri preprave.

Približne 70 - 90% celkových emisií VOC je emitovaných zo striekacích kabín, zvyšných 10 - 30% pochádza zo sušiarň. Nanášanie a sušenie základného náteru a vrchného náteru / priehľadného laku prispieva približne 80% k celkovým emisiám VOC. Do zostávajúcich 20% sú zahrnuté emisie VOC z elektroforetického nanášania, čistiacich postupov a iné zdroje, ako sú nátery malých dielov, aplikácia ochrany podvozku a ochrany dutín.

#### 5.2.1.1 APLIKAČNÉ TECHNIKY

Vo všeobecnosti má povrchová úprava vozidiel štyri kroky poťahovania. Nasledujúca tabuľka znázorňuje najčastejšie používané prípravky a bežné aplikačné techniky:

Aplikačné techniky					
		Primer	Plnič	Základná farba (base coat - BC)	Vrchný lak (clear coat - CC)
Osobné autá	Bežne používané	Na vodnej báze Elektroforetické namáčanie	Na vodnej báze Striekanie	Na vodnej báze / rozpúšťadlové systémy Striekanie	Rozpúšťadlové systém (s vysokým obsahom organických látok) Striekanie
	Zriedkavo používané	Na vodnej báze Elektroforetické namáčanie	Na vodnej báze Práškové farby Striekanie	Na vodnej báze / rozpúšťadlové systémy Striekanie	Rozpúšťadlové systém (s vysokým obsahom organických látok) Striekanie
Dodávky	Bežne používané	Na vodnej báze Elektroforetické namáčanie	Na vodnej báze / rozpúšťadlové systémy	Na vodnej báze / rozpúšťadlové systémy Striekanie	Na vodnej báze / rozpúšťadlové systémy Striekanie

<b>Aplikačné techniky</b>					
		<b>Primer</b>	<b>Plnič</b>	<b>Základná farba (base coat - BC)</b>	<b>Vrchný lak (clear coat - CC)</b>
			Striekanie		
	Zriedkavo používané	Neaplikované	Neaplikované	Na vodnej báze / rozpúšťadlové systémy	Na vodnej báze / rozpúšťadlové systémy
				Striekanie	Striekanie
<b>Kabíny nákladných vozidiel</b>	Bežne používané	Na vodnej báze Elektroforetické namáčanie	Neaplikované	Neaplikované	Na vodnej báze / rozpúšťadlové systémy Striekanie
	Zriedkavo používané	Neaplikované	Neaplikované	Neaplikované	Na vodnej báze / rozpúšťadlové systémy Striekanie
<b>Karosérie (kostry) nákladných vozidiel a autobusov</b>	Bežne používané	Na vodnej báze Striekanie	Na vodnej báze Striekanie	Rozpúšťadlové systémy Striekanie	Rozpúšťadlové systém (s vysokým obsahom organických látok) Striekanie
	Zriedkavo používané	Na vodnej báze Elektroforetické namáčanie	Rozpúšťadlové systémy Striekanie	Na vodnej báze Striekanie	Rozpúšťadlové systémy Striekanie
<b>Autobusy</b>	Bežne používané	Na vodnej báze Elektroforetické namáčanie	Na vodnej báze Striekanie		Rozpúšťadlové systémy Striekanie
	Zriedkavo používané	Neaplikované	Práškové farby Striekanie		Na vodnej báze Práškové farby Striekanie

### **Elektroforetické namáčanie**

Pri elektroforetickom namáčaní sa na nanosenie náteru použije elektrický prúd, ktorý tečie medzi ponoreným výrobkom a elektródami s opačnou polaritou. Bežne sa používajú katódové systémy, pretože ponúkajú lepšiu odolnosť voči korózii, ako anodické systémy ("CED" = katodické elektroforetické namáčanie).

Systém sa bežne používa na predbežné nanášanie náterov na karosérie automobilov, dodávok, kabín pre nákladné automobily a podvozok (a v niektorých prípadoch aj na autobusy).

Pracovná vaňa musí mať dostatočný objem na to, aby najväčší možný predmet bol úplne ponorený a vaňa mala dostatočnú kapacitu aj na to, aby sa prispôsobila zvýšeniu hladiny kvapaliny pri ponorení. Na prekonanie tohto problému môže byť použitý sekundárny zásobník spojený so zmiešavacím systémom, ktorý zaisťuje miešanie a zachytáva vytlačенú kvapalinu pri preplnení primárnej vane.

Elektroforetické namáčanie je efektívna aplikačná technika, ktorá prináša vysoko kvalitné výsledky, ale investičné náklady sú relatívne vysoké. Na splnenie požiadaviek na zabezpečenie kvality, je potrebná pravidelná údržba, hlavne nádrže na farbu. Účinnosť aplikácie náteru je 75 - 90%.

### **Striekanie s vysokým a nízkym tlakom**

Na nanášanie povrchových vrstiev sa používa bežná (ne-elektroforetická) aplikačná technika striekaním, pretože je schopná dosiahnuť vysokú kvalitu nanášaného povrchu a v prípade potreby aj špeciálne povrchové efekty (napríklad kovový alebo perlový vzhľad). Konvenčné striekanie sa používa aj pre vnútorné časti vozidiel (vnútorné dvere, spodok krytu) a pre kovové časti (kde elektrostatické nanášanie nie je schopné dosiahnuť požadovaný účinok).

Na nanášanie tejto vrstvy sa používa striekacia pištoľ, poháňaná stlačeným vzduchom. Čím je tlak vzduchu vyšší, tým jemnejšie sú častice nanášaného prípravku a tým lepšia je kvalita a hladkosť nanášaného povrchu. Na druhej strane, čím jemnejšie sú častice, tým väčšia je ľahkosť, ktorou sa častice rozptýlia a to vedie k zvýšeným prestrekom (nadmernému rozprašovaniu nanášaného farby alebo laku do okolia mimo cieleného predmetu). Ak je tlak príliš nízky, povrchová úprava má nízku kvalitu (napríklad sa vytvorí efekt pomarančovej kôry).

Materiálová účinnosť sa pohybuje od 5% (u mriežkových dielov) až po 30 - 60% (u výrobkov s veľkými rovnými povrchmi). Z tohto dôvodu dochádza k nadmernému rozprašovaniu, ktoré závisí od geometrie výrobku a schopnosti pracovníkov alebo programovania robotov efektívne aplikovať požadovaný náter.

### **Elektrostatické nanášanie s asitovaným stlačným vzduchom**

Elektrostatické nanášanie sa bežne používa pri povrchovej úprave karosérií automobilov, autobusov, nákladných automobilov a úžitkových vozidiel. Technika sa môže aplikovať manuálne alebo automaticky. Používa sa na všetky vonkajšie časti vozidla. Jeho aplikácia na vnútorné časti je ťažká kvôli Faradayovému klieťkovému efektu.

Náterový materiál sa atomizuje a nastrieka v prítomnosti elektrického poľa vytvoreného medzi striekacou pištoľou a výrobkom, ktorý má opačnú polaritu.

Pre systémy stlačeného vzduchu môže tok materiálu dosahovať až 1 000 ml/min, zatiaľ čo pri bezvzduchových alebo asistovaných technikách bez prúdenia vzduchu, môže tok materiálu dosahovať až 3 000 ml/min.

Účinnosť aplikácie náteru ručného elektrostatického striekania je 50% - 85%. V porovnaní s konvenčným striekaním je elektrostatický postrek časovo a materiálovo efektívnejší a ľahšie automatizovaný. Existuje menej prestrekov, takže sa vytvára menej odpadových zvyškov a striekacia kabína vyžaduje menej čistenia.

Pri elektrostatickom postreku musí byť upravovaný výrobok vodivý. Z tohto dôvodu môže byť ťažké prestriekavanie existujúcich náterov.

Automatické striekacie roboty sú najčastejšie používané na elektrostatické nanášanie striekaním. Sú vhodné pre malé časti a rúrkové konštrukcie s malými priehlbami. V závislosti od veľkosti rozprašovacích kužeľov je možný maximálny prietok materiálu až do 600 ml/min. Zmeny farieb je možné vykonať v priebehu niekoľkých sekúnd. Účinnosť aplikácie náteru je až 95%, ale závisí od podmienok procesu a geometrie upravovaného výrobku.

### **Elektrostatické striekanie s rotačnými hlavicami**

Táto technika môže byť použitá pre vodné i bežné (rozpúšťadlové) prípravky. Môže sa použiť na povrchovú úpravu interiéru vozidiel. Zahŕňa atomizáciu farby a okrem prípadu bezvzduchovej techniky je podobná bežnému striekaniu stlačeným vzduchom. Hydrostatický tlak sa používa na rozprašovanie náterového materiálu a častice náteru sa potom elektrostaticky naplnia (s výnimkou aplikácie náterov na báze vody alebo pri aplikácii na plastové časti). Účinnosť aplikácie náteru je 20 - 65%.

### **Vysokotlakové striekanie pod vysokým tlakom (HVLP)**

Táto technika postreku sa používa iba na manuálne opravy na konci výrobných liniek. Kvalita potiahnutých povrchov nemusí zodpovedať kvalite, ktorá sa dosahuje vysokotlakovými vzduchovými pištoľami, pretože striekajúce pištole HVLP vytvárajú väčšie častice striekaného materiálu. Pre HVLP sa rozprašovací tlak zníži z bežného tlaku (3 až 6 barov) až do 0,7 baru. V porovnaní s vysokotlakovým postrekom, je možné vyhnúť sa nadmerným prestrekom a účinnosť aplikácie náteru sa pohybuje od 40 do 80%.

**Bezvzduchové striekanie (Airless systém)**

Bezvzduchové striekanie sa používa na lakovanie podvozkov autobusov a nákladných automobilov. Technika sa môže používať manuálne alebo automaticky. Bezvzduchová striekacia vrstva poskytuje pomerne hrubý povrch, ktorý je potrebné, pred aplikáciou jemnejších náterov, obrúsiť, čím vzniká dodatočné procesné štádium v porovnaní s vysokotlakovým striekaním vzduchu. Avšak optimalizácia striekania môže zlepšiť kvalitu finalizácie až na úroveň dosiahnutú pomocou HVLP striekacích pištolí, najmä pri základných náteroch.

V prípade bezvzduchového striekania sa farba nanáša cez veľmi malé kovové dýzy (< 2 mm) pri tlaku 80 až 250 barov. Farba prúdi stacionárnym vzduchom mimo trysku a rozptýli sa na jemné častice silou nárazu prúdu farby a vzduchu. Farba sa privádza na trysku pomocou vysokotlakových čerpadiel, čo zabraňuje rýchlym zmenám farieb. Bezvzduchová striekacia vrstva je lacná a rýchla a môže byť použitá pre jednozložkové a dvojjložkové lakovacie systémy.

Na maximalizáciu výkonu systémov bezvzduchového striekania je nevyhnutná zručnosť operátora. Materiálová účinnosť pre bezvzduchové striekanie je asi 5% (u mrežových dielov) až 40 - 75% (pri veľkých plochách).

**Aplikácia práškových náterov**

Práškové laky sa nanášajú automaticky alebo ručne a potom sa roztavia a vytvrdia zahriatím výrobku. Práškové systémy sú použiteľné na kovové aj plastové povrchy. Boli vyvinuté pre aplikácie na primer a farebný odtieň. Použitie regenerovaného prášku umožňuje opakované použitie materiálu až do 97%.

Práškové častice sa elektrostatičky nabijú a nastriekajú na výrobok pomocou stlačeného vzduchu. Striekacia kabína a aplikačné nástroje je možné čistiť vákuovým čistením alebo fúkaním stlačeným vzduchom. Pri tejto technike nanášania nie sú s procesom povrchovej úpravy spojené žiadne emisie rozpúšťadiel. Účinnosť aplikácie náteru je asi 80 - 95%.

Výrobok sa zahrieva nad teplotou topenia práškového náteru ešte pred nanosením vlastného náteru. Akonáhle sa prášok dotýka povrchu, dochádza k spekaniu a spájaniu, čím je možné dosiahnuť vysokú materiálovú účinnosť.

V tomto systéme sú prášky dispergované a stabilizované vo vode. Aplikujú sa pomocou konvenčných elektrostatičky asistovaných rozprašovacích zariadení na tekuté farby. Sušenie kombináciou infračerveného a cirkulujúceho vzduchu môže znížiť spotrebu energie.

Efektívnosť jednotlivých aplikačných systémov v závislosti od spôsobu nanášania a vhodnosť použitia je uvedená v nasledovnej tabuľke:

Metóda	Účinnosť aplikácie (%)	Vhodný náterový systém	Geometria výrobku	Ďalšie obmedzenia pre použitie
Elektroforetické namáčanie	75 – 90	1-komponentný systém	Netvarované diely	Vysoká strata rozpúšťadla
Striekacie s vysokým a nízkym tlakom	5 30 - 60	1-komponentný systém a/alebo 2-komponentný systém	Mriežkové diely Výrobky s veľkými rovnými povrchmi	Ak je tlak príliš nízky, povrchová úprava má nízku kvalitu
Elektrostatičné nanášanie s asistovaným stlačeným vzduchom	50 – 85 (ručné striekanie)  do 95 (automatické striekanie)	1-komponentný systém a/alebo 2-komponentný systém	Nie pre výrobky, ktoré vytvárajú Faradayovu klietku	Sú potrebné elektricky vodivé materiály. Môže byť ťažké prestriekavanie existujúcich náterov.
Elektrostatičné striekanie s rotačnými hlavcami	20 – 65	1-komponentný systém a/alebo 2-komponentný systém	Bez obmedzenia	-
Vysokotlakové striekanie pod	40 - 80	1-komponentný systém a/alebo	Bez obmedzenia	-

Metóda	Účinnosť aplikácie (%)	Vhodný náterový systém	Geometria výrobku	Ďalšie obmedzenia pre použitie
vysokým tlakom HVLP		2-komponentný systém		
Bezvduchové striekanie (Airless systém)	5 40 - 75	1-komponentný systém a/alebo 2-komponentný systém	Mriežkové diely Výrobky s veľkými plochami	-
Aplikácia práškových náterov	80 - 95	Práškový systém	Bez obmedzenia	Sú potrebné elektricky vodivé materiály odolné voči teplote

### 5.2.1.2 SUŠENIE

Vyhrievaný vzduch, ktorý cirkuluje v sušiarňi alebo peci, je uvedený do priameho kontaktu s predmetom alebo povrchom, ktorý sa má sušiť. Doba schnutia závisí od objektu alebo podkladu, druhu náteru a hrúbky náteru a pohybuje sa od niekoľkých sekúnd po celú hodinu.

Na sušenie náterov na báze vody alebo ako predušovací krok mokrých vrstiev sa používa odvlhčený vzduch alebo konvekčná sušička s ďalším stupňom odvlhčovania. Odstránením vody týmto spôsobom sa môže výrazne znížiť doba sušenia, čím je možné znížiť celkovú spotrebu energií. Sušiacie kanály sú navrhnuté vo forme "A", aby sa zabránilo tepelným stratám (zdvíhanie výrobku cez kanál navrhnutý ako A).

### 5.2.1.3 ČISTENIE

Čistenie je potrebné, bez ohľadu na spôsob nanášania náterov, pre:

- výrobky (pozri činnosť II.),
- prostredie pracoviska,
- technologické zariadenie a jeho súčasti.

Môže sa použiť rad techník čistenia; najčastejšie sa jedná o automatické čistiace systémy s regeneráciou rozpúšťadiel (napríklad pre striekacie pištole).

Ako čistiace prípravky sa používajú buď organické rozpúšťadlá (niekedy ohrievané, aby sa dosiahla vyššia účinnosť), ako aj voda – tam, kde sa používajú náterové systémy na báze vody a ak je možné čistenie pred vysušením náterov.

Čistenie musí byť účinné a rýchle. Požadovaná intenzita čistenia sa môže meniť podľa povahy farebných zmien a podľa toho, či je znečistenie polosuché alebo suché. Pre polosuché znečistenie je možné použiť vodné systémy (s tenzidmi alebo rozpúšťadlami). Rozpúšťadlá sa musia použiť, ak sa už znečistenie vysušilo.

Pri farebných zmenách je potrebné rozvody farieb a lakov čistiť "krtkovaním" (pig cleaning). Čistiace rozpúšťadlo je v rámci výrobného procesu recyklované.

Ak sa používajú len konvenčné náterové systémy na báze rozpúšťadiel, čistiace prostriedky tvoria 15% celkových emisií VOC zo zariadenia. Ak sa používajú systémy s vysokým obsahom tuhých látok, ako aj základné nátery na báze vody a základné nátery, čistenie organickými rozpúšťadlami predstavuje asi 40% celkových emisií VOC.

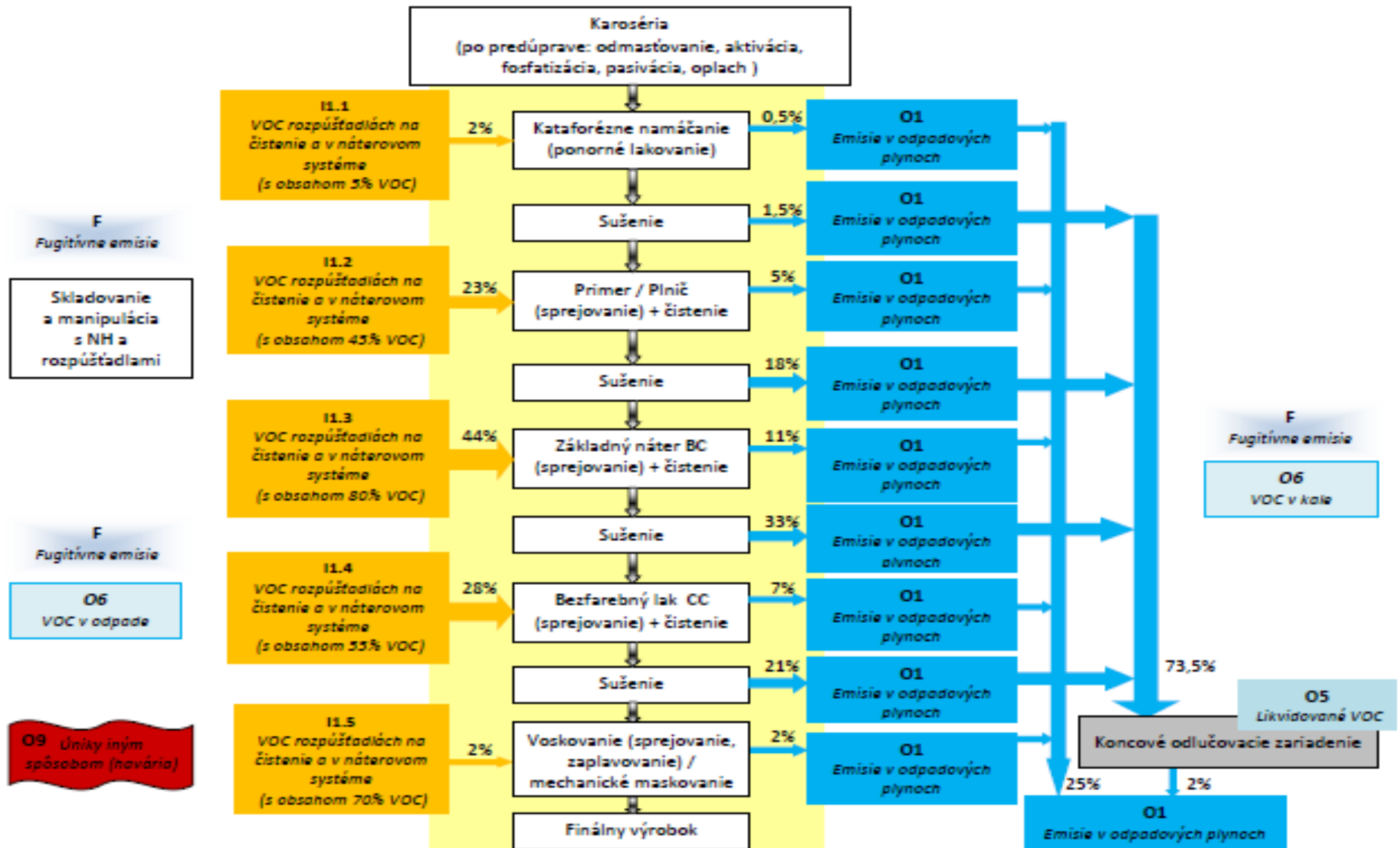
*5.2.1.4 DUTINY A OCHRANA POČAS TRANSPORTU*

Väčšina výrobcov používa ako ochrannú vrstvu vosk. Vosk môže byť na báze rozpúšťadiel (70% VOC) alebo na báze vody. Na ochranu nalakovaných výrobkov počas prepravy sa používajú textilné návleky.

---



5.2.2 BLOKOVÁ SCHÉMA PROCESU



Upravené podľa pôvodného zdroja: Guidance on VOC Substitution and Reduction for Activities Covered by the VOC Solvents Emissions Directive (Directive 1999/13/EC) - Guidance 6 – Part 2: Vehicle coating – large series vehicle coating of cars, buses, vans, truck and truck cabins

### 5.3 POUŽITIE ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL A ICH CHARAKTERISTIKY (NAJMÄ BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ)

#### 5.3.1 CHARAKTERISTIKA POUŽÍVANÝCH ORGANICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL

V prípravkoch na povrchovú úpravu vozidiel sa používajú prípravky na báze rozpúšťadiel a/alebo na báze vody. Rozpúšťadlá sa nachádzajú aj v čistiacich prostriedkoch.

Rozpúšťadlá sú hlavne zmesi organických uhľovodíkov (rozpúšťadlový benzín, xylén, alkoholy, estery a glykolétery). Butylacetát je hlavnou zložkou čistiacich prípravkov. Alkoholy, estery a glykolétery sa nachádzajú v prípravkoch na báze vody.

Rozpúšťadlá s karcinogénnou, mutagénnou alebo reprodukčnou toxicitou sa štandardne nepoužívajú.

##### 5.3.1.1 KONVENČNÉ NÁTERY NA BÁZE ROZPÚŠŤADIEL

Obvyklé prípravky na báze rozpúšťadiel sú klasifikované ako:

- polykondenzačné (napríklad fenol/močovina, močovina/melamínová živica),
- polymerizačné (napríklad polyesterové, akrylátové živice, alkydové živice),
- polyadičné laky (napríklad epoxidové alebo PU laky).

V prípravkoch s vysokým obsahom tuhých látok sú ako pojivá použité epoxidové živice, dvojzložkové polyuretány, polysiloxány, oxiránové alebo alkydové živice.

V nasledovnej tabuľke je uvedený typický obsah VOC v náterových systémoch založených na rozpúšťadlách:

Primery	Základné nátery	Vrchné nátery	Laky s vysokým obsahom tuhých látok	Vrchné laky
35 – 46 %	70 – 80 %	40 – 50 %	30 – 35 %	35 – 60 %

##### 5.3.1.2 VODOURIEDITEĽNÉ NÁTERY

Voduriediteľné nátery sú založené na alkydových, polyesterových, akrylátových, melamínových a epoxidových živiciach. Často obsahujú organické rozpúšťadlá ako rozpúšťadlo a zlepšujú vlastnosti vrstvy mokrého filmu. Predbežné nátery sú zvyčajne na báze vody (elektroforetické namáčanie). V nasledovnej tabuľke je uvedený typický obsah VOC v náteroch na báze vody:

Primery	Základné nátery	Vrchné nátery	Vrchné laky
1 – 6%	5 – 10%	10 – 15%	15%

##### 5.3.1.3 PRÁŠKOVÉ LAKOVANIE

Práškové systémy sú bez VOC. Práškové suspenzie však obsahujú približne 1% VOC.

#### 5.3.1.4 ČISTIACE PRÍPRAVKY

Pre systémy na báze rozpúšťadiel je najpoužívanejším rozpúšťadlom butylacetát (100% VOC). Čistiace prostriedky na báze vody sú buď bez rozpúšťadiel alebo môžu obsahovať až 10% rozpúšťadiel (najmä alkoholov).

#### 5.3.1.5 OCHRANA POČAS PREPRAVY

Vosky sú buď bez rozpúšťadiel, alebo môžu obsahovať približne 70% rozpúšťadiel.

### 5.3.2 BEZPEČNOSTNÉ, ENVIRONMENTÁLNE A ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ

Pre sériové lakovanie automobilov, autobusov, dodávkových automobilov, nákladných automobilov a kabín pre nákladné automobily, sa používa široká škála rôznych rozpúšťadiel, v závislosti od typu procesov, druhu aplikačného systému a prípravkov používaných na čistenie technologických zariadení.

Emisie VOC sú, spolu s emisiami NO<sub>x</sub>, za prítomnosti slnečného žiarenia, prekursori tvorby prízemného ozónu.

Emisie VOC do ovzdušia môžu vznikáť zo/z:

- skladovania rozpúšťadiel,
- procesu nanášania náterov,
- čistenie povrchu výrobku pred jeho úpravou,
- čistenia technologického zariadenia.

Pracovné a prípadné havarijné úniky a úniky zo skladovacích priestorov môžu spôsobiť emisie do pôdy a podzemných vôd.

Tento proces vytvára odpad obsahujúci rozpúšťadlá, ktorý je potrebné zneškodňovať takým spôsobom, aby sa zabránilo alebo obmedzilo emisiám VOC do ovzdušia, pôdy a podzemných vôd.

V nasledovnej tabuľke sú uvedené príklady rozpúšťadiel obsiahnutých vo zvyčajne používaných náterových hmotách pri nanášaní náterov na cestné vozidlá s výstražnými upozorneniami:

Rozpúšťadlo	CAS	Špecifická H-veta	Výstražné upozornenie
Xylén	1330-20-7	H226 H312 H332 H315 H319 H335 H373 H304	Horľavá kvapalina a pary. Škodlivý pri kontakte s pokožkou. Škodlivý pri vdýchnutí. Dráždi kožu. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest. Môže spôsobiť poškodenie orgánov. Môže byť smrteľný po požití a vniknutí do dýchacích ciest.
Izopropanol	67-63-0	H225 H319 H336	Veľmi horľavá kvapalina a pary. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
Etylénglykol	107-21-1	H302 H373	Škodlivý po požití. Môže spôsobiť poškodenie orgánov.
Butylacetát	123-86-4	H226 H336	Horľavá kvapalina a pary. Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
Benzínové rozpúšťadlo (ropné), ľahká aromatická frakcia	64742-95-6	H226 H304 H411 H332	Horľavá kvapalina a pary. Môže byť smrteľný po požití a vniknutí do dýchacích ciest. Toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami. Škodlivý pri vdýchnutí.

Rozpúšťadlo	CAS	Špecifická H-veta	Výstražné upozornenie
		H315 H335	Dráždi kožu. Môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest.

#### 5.4 NAJLEPŠIE DOSTUPNÉ TECHNIKY - NÁHRADY ŠTANDARDNÝCH TECHNÍK POUŽÍVAJÚCICH ORGANICKÉ ROZPÚŠŤADLÁ

Nižšie emisie VOC je možné dosiahnuť aj znížením obsahu organických rozpúšťadiel v náteroch (farebný odtieň a lak) a v primeroch (podkladoch) použitím prípravkov s redukovaným obsahom VOC alebo zmenou náterového systému (napr. z bežných systémov s obsahom organických rozpúšťadiel približne 70% až na produkty na báze vody s obsahom organického rozpúšťadla približne 4 - 15%).

V niektorých prípadoch môže byť možná aplikácia substitučnej techniky bez obsahu VOC – napr. práškovou úpravou. Ak sa nemôžu použiť primárne opatrenia, emisie VOC môžu byť znižované úpravou odsávaného odpadového plynu a následným spaľovaním v termickom oxidačnom zariadení.

##### 5.4.1 SYSTÉMY BEZ OBSAHU VOC

Práškové náterové systémy bez obsahu VOC môžu v mnohých prípadoch nahradiť systémy na báze rozpúšťadiel, hoci to veľmi závisí od povrchových charakteristík upravovaného výrobku.

Táto technika nie je príliš rozšírená, pretože práškový materiál je drahší a môže spôsobiť problémy s kvalitou. Hrúbka vrstvy je väčšia, pretože je ťažké dosiahnuť tenké nátery (približne 55 - 65 µm pre vrchné vrstvy v porovnaní s 35 - 50 µm pre konvenčné vrstvy s 1 vrstvou). Tenšiu vrstvu je možné dosiahnuť nanášaním práškových suspenzií (približne 45 µm), ktoré sa môže použiť aj ako číry lak.

Práškové lakovanie sa používa ako 1-vrstvový vrchný náter, aj ako číry náter. Nevýhodou je, že môže v zariadení byť potrebná paralelná líniová vrstva na báze rozpúšťadla, pretože niektoré základné vrstvy nemusia byť kompatibilné s použitím práškových čírych náterov.

##### 5.4.2 SYSTÉMY S REDUKOVANÝM OBSAHOM VOC

###### 5.4.2.1 NÁTEROVÉ SYSTÉMY

Hlavné možnosti znižovania emisií VOC, okrem prechodu na práškové systémy bez VOC, môžu byť:

- prechod z konvenčných systémov založených na rozpúšťadlách na náterové systémy s vysokým obsahom tuhých látok,
- vodouriediteľné systémy ,
- automatické elektrostatické aplikácie.

Tieto a iné prostriedky môžu dosiahnuť celkové zníženie emisií VOC o približne 30 - 55%. Náterové systémy s vysokým obsahom tuhých látok môžu nahradiť všetky konvenčné systémy na báze rozpúšťadiel, ak sú na to prispôbené aplikačné systémy (systémový tlak, hrúbka vrstvy).

Ak požiadavky na kvalitu umožňujú zníženie nanášanej vrstvy, dosiahne sa podstatné zníženie rozpúšťadla (a materiálu). Na jednom mieste je možné nahradiť základný náter dvoma upravenými základnými nátermi, ktoré spoločne majú požadované plniace vlastnosti – tzv. "integrováný náterový proces".

Nátery na báze vody a na báze rozpúšťadiel sa môžu používať na kovy a plasty. Systémy založené na vode sa však nemôžu používať v prípade jednofarebných náterov, pretože by bolo potrebné ich prekryť čistým náterom. Príklady základných náterov na báze vody sú široko používané pre všetky typy náterových systémov pre sériovú výrobu vozidiel.

Vrchné nátery na báze vody sa už dlho používajú na jednovrstvové lakovanie dodávok a kabín vodičov. Z kvalitatívnych dôvodov sa pri výrobe automobilov nepoužívajú číre laky na báze vody (s obsahom rozpúšťadiel 15%). Skôr sú používané práškové suspenzie (na báze vody). Vrchné nátery na báze vody môžu mať slabý vzhľad a kvalitu vďaka použitiu alkydových živíc (tiež používaných pri nízkych vrstvách na báze rozpúšťadiel) a zlej pigmentovej stálosti pri pôsobení UV žiarenia. Systémy založené na vode vyžadujú zariadenie z nehrdzavejúcej ocele a dlhšiu dobu sušenia, čo zvyšuje požiadavky na energiu (a súvisiace náklady). Striekacie kabíny si tiež vyžadujú prísnejšie regulovanie teploty a vlhkosti.

---

### 5.4.2.2 ČISTIACE PROSTRIEDKY

Čistiace prostriedky bez VOC môžu byť použité na čistenie technologického zariadenia a častí, ak sa používajú vodouriediteľné náterové systémy. Tieto systémy kombinujú detergenty s alkáliami a inými látkami v závislosti od podkladov a materiálov, ktoré sa majú odstrániť. Čistenie v tomto prípade môže trvať dlhšie ako pri systémoch založených na rozpúšťadlách. Čistiace systémy na báze vody môžu vyžadovať dodatočné vykurovanie a následné čistenie odpadových vôd.

---

### 5.4.2.3 OCHRANA PODVOZKU A DUTÍN

Vosky na báze rozpúšťadiel môžu byť nahradené ochrannými systémami založenými na vode bez obsahu VOC.

## 5.5 MOŽNOSTI PREVENČIE A ZNÍŽOVANIA EMISÍ PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKOK PRI ŠTANDARDNÝCH PROCESOK

Ak nie je možná náhrada VOC v používaných prípravkoch na povrchovú úpravu, pre zníženie emisií VOC sa môžu použiť preventívne opatrenia, optimalizácia procesov a techniky koncového znížovania emisií:

---

### 5.5.1 OPTIMALIZÁCIA PROCESOV

---

#### 5.5.1.1 VŠEOBECNÉ OPATRENIA

Zavádzajú sa nové systémy vrchných náterov s cieľom dosiahnuť obsah VOC < 10% a nové systémy s čistým náterom. V prípadoch, keď nie je z kvalitatívnych ani spracovateľských dôvodov použiteľná žiadna z týchto možností znížovania, je možné znížiť obsah rozpúšťadiel v bežných náterových systémoch. Náterové systémy s vysokým obsahom tuhých látok môžu znížiť obsah VOC v čírych lakoch z približne 50 - 60% na približne 35%. K zníženiu emisií VOC môže dôjsť aj zvýšením efektívnosti nanášania farby alebo laku.

Ďalšie opatrenia na predchádzanie alebo zníženie emisií VOC zahŕňajú:

- udržiavanie krátkej vzdialenosti od striekacieho zariadenia po striekaný povrch,
- udržiavanie sprejového prúdu vertikálne k povrchu,

- nastavenie šírky striekaného prúdu,
- pri striekaní kopírovať presné obrysy výrobkov,
- udržiavanie tlaku vzduchu v striekacej pištoli na čo najnižšej hodnote, pri ktorej sú splnené zodpovedajúce požiadavky na kvalitu nástreku,
- zníženie počtu nanášaných vrstiev s prihliadnutím na individuálne okolnosti, odolnosť voči korózii a požiadavky na vzhľad požadovaný zákazníka, kvalita a pod.,
- nanášanie čo najtenších vrstiev náteru, pri ktorej sú splnené zodpovedajúce požiadavky na kvalitu nástreku - ak je možné dosiahnuť hrúbku vrstvy 50 µm (pomocou nanášania postrekom) namiesto 85 µm (ponorným náterom), spotreba materiálu je nižšia (aj keď účinnosť je nižšia v dôsledku aplikácie spreja). V tomto prípade sú náklady na materiál a likvidáciu menšie v porovnaní s ponorením,
- optimalizovať počet farieb, prípadne obmedzovať striedanie farebných odtieňov (vytváranie skupín výrobkov rovnakej farby prechádzajúcej za sebou v procese výroby),
- dávkovanie farieb – napr. optimalizácia rozstrekovania sprejom, používanie striekacích pištolí s riadeným lúčom nástreku,
- v niektorých prípadoch môžu byť emisie VOC znížené zmenou náterového systému. Napríklad, poľnohospodárske stroje môžu byť potiahnuté dvojvrstvom systémom, pričom základný náter sa aplikuje elektroforetickým namáčaním a vrchný náter sprejovým náterom použitím konvenčného systému založeného na rozpúšťadlách. Pri udržiavaní dvojvrstvového systému môže byť vrchná vrstva nahradená práškovým náterom bez rozpúšťadiel. Alternatívne môže byť použitý jednovrstvový systém, aplikovaný elektroforetickým namáčaním.,
- uprednostniť robotické nanášanie pred manuálnym, v prípade manuálneho nanášania náterov, zabezpečenie potrebnej zručnosti operátorov (striekačov).

---

### 5.5.1.2 ZNÍŽENIE EMISÍ VOC Z ČISTENIA

Na zníženie rozpúšťadiel používaných na čistenie a tým aj na výsledné emisie možno použiť nasledujúce opatrenia:

- používanie čistiaceho rozpúšťadla v čo najmenšej miere,
- žiadne čistenie zariadení pre základné nátery alebo nátery s nízkymi požiadavkami na kvalitu,
- vytváranie farebných blokov z dielov rovnakej farby,
- použitie metódy čistenia „krtkovaním“ (pig cleaning), aby sa zabránilo tomu, že zvyšky zostanú v rozvodoch a potrubných trasách,
- okamžité čistenie technologického zariadenia a jeho častí, únikov, rozliatia a pracovného prostredia pred usušením náterových materiálov,
- použitie systémov, ktoré umožňujú spätný tok rozpúšťadiel do uzavretého kontajnera. Čistiace prostriedky sa prečerpávajú cez vodovodný kohútik alebo sa striekajú na objekt v čiastočne uzavretom pracovnom priestore nad skladovacím zásobníkom. Pracovná plocha umožňuje odvádzanie nadbytočných rozpúšťadiel cez hrubé filtre späť do zásobníka,
- pravidelné kontroly skladovacích priestorov a pracovného prostredia, aby sa zabezpečila primeraná manipulácia s čistiacimi rozpúšťadlami,
- minimalizovanie vystavenia otvoreného povrchu kvapalného rozpúšťadla,
- použitie kazetových systémov na presné dávkovanie náterového materiálu, aby sa zabránilo kontaminácii pri zmene farebných odtieňov,
- automatické umývanie technologických zariadení systémami s opätovným použitím čistiaceho rozpúšťadla, ktoré dosahujú až 80 - 90% recykláciu čistiaceho rozpúšťadla. Problémy sa môžu vyskytnúť pri dvojzložkových čírych vrstvách, ktoré môžu viesť k upchatiu zberných nádrží.

## 5.6 PREHĽAD NAJLEPŠÍCH DOSTUPNÝCH TECHNÍK A MOŽNOSTÍ OBMEDZOVANIA PRCHAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTKO

### 5.6.1 KONCOVÉ ODLUČOVACIE ZARIADENIA

Ak sa na zníženie emisií VOC nedajú použiť primárne opatrenia, môžu byť emisie VOC likvidované v koncovom odlučovacom zariadení – napr. termickou oxidáciou.

Pri sériovom nanášaní náterov sa používajú technológie znižovania emisií na úpravu odsávaného vzduchu zo sušiarň ako pre systémy založené na rozpúšťadlách, tak aj pre vodouriediteľné systémy. Bežne sa používa aj termická oxidácia.

Termické spracovanie odpadového plynu je tiež potrebné, ak sa aplikujú primery alebo základné nátery na báze vody. Tento systém je ale menej účinný, pretože emisie VOC sú nízke a objemové prietoky odpadového plynu vysoké. V týchto prípadoch sa adsorpcia (napr. na zeolite) a zakoncentrovanie odpadového plynu môžu použiť na dosiahnutie koncentrácie VOC potrebnej pre autotermický proces, ktorý už nevyžaduje použitie dodatočného zemného plynu na udržanie oxidačného plameňa.

## ZHRNUTIE OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE EMISIÍ VOC

V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté opatrenia na prevenciu a znižovanie emisií VOC:

Cieľ	Opis	
<b>Systém bez VOC</b>	Nahradenie VOC zmenou aplikačných systémov	Použitie práškových systémov.
	Nahradenie čistiacich prostriedkov	Použitie čistiacich prípravkov na čistenie technologických zariadení a výrobkov bez VOC, napr. čistiace prostriedky na báze vody (s čistiacimi prostriedkami).
<b>Systémy s redukovaným obsahom VOC</b>	Zníženie obsahu rozpúšťadiel v systémoch náterov	Zámena bežných náterových systémov za systémy s vysokým obsahom tuhých látok alebo systémy na báze vody.
<b>Optimalizácia procesov</b>	Zlepšenie a/alebo modifikácia aplikačnej techniky	Optimalizácia techniky striekania, zníženie počtu nanášaných vrstiev, vylepšenie alebo nahradenie aplikačných techník tými, ktoré majú vyššiu účinnosť. Použitie automatických miešacích systémov.
	Zníženie frekvencie čistenia Technologického zariadenia	Zníženie farebných zmien. Okamžité čistenie (pred sušením). Minimalizácia používania čistiaceho prostriedku. Vyprázdňovanie potrubí pomocou „krtkovania“ (pig cleaning), pred čistením rozpúšťadlom. Žiadne čistenie na aplikáciu základných náterov alebo náterov s nízkymi optickými požiadavkami. Postupné potiahnutie farebných pracovných kusov. Použitie kazetových systémov pre optimalizované dávkovanie materiálu. Automatické umývanie striekacích pištolí a častí.
<b>Koncové odlučovacie zariadenia</b>	Zakoncentrovanie VOC v odpadovom plyne	Zeolitový adsorbér
	Likvidácia VOC	Termická oxidácia (s rekuperáciou tepla)